ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 AOUT 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

OPTIQUE. — *Réflexion et réfraction par un corps transparent animé d'une translation rapide : ondes réfléchies et réfractées ; amplitude des vibrations.* Note de M. J. Boussinesq.

« I. Si, pour abréger [1], on appelle ω_x, ω_y, ω_z les binomes différentiels

$$(7) \qquad \frac{d\eta}{dz}-\frac{d\zeta}{dy}, \quad \frac{d\zeta}{dx}-\frac{d\xi}{dz}, \quad \frac{d\xi}{dy}-\frac{d\eta}{dx},$$

c'est-à-dire les *rotations moyennes* de l'éther (au facteur près $-\frac{1}{2}$), les seconds membres des équations (6) du mouvement reviendront identiquement, comme on sait, à

$$(8) \qquad \frac{d\omega_z}{dy}-\frac{d\omega_y}{dz}, \quad \frac{d\omega_x}{dz}-\frac{d\omega_z}{dx}, \quad \frac{d\omega_y}{dx}-\frac{d\omega_x}{dy};$$

et ces expressions égaleront les premiers membres, fonctions linéaires des accélérations $\frac{d^2(\xi,\eta,\zeta)}{dt^2}$ et des produits des petits facteurs constants V_x, V_y, V_z par les dérivées respectives en x, y, z des vitesses $\frac{d(\xi,\eta,\zeta)}{dt}$.

» Cela posé, admettons qu'on ait pris pour plan des yz le feuillet moyen de la *couche de transition* séparant deux milieux homogènes; de sorte que, pour les valeurs de x voisines de zéro, l'indice N varie très vite avec x et puisse y rendre très grands non pas les déplacements ξ, η, ζ, ni

---

[1] Voir le précédent *Compte rendu*, p. 220.

leurs dérivées en t, y ou z, ni non plus, par suite, ω_x, mais certaines dérivées en x de ces diverses quantités. Dans les deuxième et troisième équations du mouvement, celles où figureront les deux dernières expressions (8), il sera admissible, du moins à une première approximation, que les termes en $V_x \frac{d^2(\eta, \zeta)}{dx\,dt}$ n'atteignent pas de très fortes valeurs, la petitesse du facteur V_x y compensant, au besoin, la grandeur de la dérivée en x qui y constitue l'autre facteur, s'il arrivait que ce facteur devînt considérable; et alors ces deux équations, résolues respectivement par rapport à $\frac{d(\omega_z, \omega_y)}{dx}$, assigneront visiblement, à ces deux dérivées en x de ω_z et ω_y, des expressions de valeur modérée.

» C'est dire que ω_z, ω_y varient graduellement *à la traversée de la couche de transition,* ou y restent sensiblement constants et finis. Or les deux dernières expressions (7), qui sont celles de ω_y, ω_z, montrent qu'alors les deux dérivées $\frac{d(\zeta, \eta)}{dx}$ sont aussi de grandeur modérée, et que, par suite, *les déplacements tangentiels* η, ζ *ont, comme les rotations moyennes* ω_y, ω_z, *même valeur, très sensiblement, dans les deux milieux contigus,* de part et d'autre de leur surface séparative.

» Les deux dérivées de η, ζ en x sont donc finies; et les deux termes en V_x signalés ci-dessus restent ici négligeables, même à une approximation plus élevée que la première : ce qui assure la vérification des quatre précédentes conditions, spéciales à la surface séparative, conditions dites *définies, nécessaires* et *suffisantes* pour déterminer les problèmes. En effet, la relation $\theta = 0$ de transversalité, impliquée, dans chacun des deux milieux contigus, en partie par la forme des équations indéfinies et en partie par la nature du mouvement (ou propagé d'ailleurs ou périodique), rend un des trois déplacements ξ, η, ζ, solidaire des autres; et elle réduit à *quatre, seules essentielles,* les *six* conditions définies qui, sans cela, seraient indispensables ([1]).

([1]) On démontre, du reste, assez facilement, par la considération de l'énergie potentielle de l'éther, exprimable au moyen des trois variables ω_x, ω_y, ω_z (dont la première est égale, comme les autres, sur les deux faces de la couche de transition, η et ζ l'étant), que l'égalité des déplacements tangentiels et des rotations moyennes, de part et d'autre des surfaces séparatives, suffit bien, avec les équations indéfinies propres aux milieux homogènes contigus, pour déterminer la suite des mouvements vibratoires, à partir d'un état initial donné.

» Ainsi se déduisent très simplement, des équations indéfinies elles-mêmes [1], les *conditions de continuité* spéciales, en optique, à toute surface séparative, conditions dont les unes avaient été posées par Fresnel, les autres entrevues et admises par Cauchy, mais que M. Henri Poincaré a nettement établies, dans son Cours de 1888 *Sur la théorie mathématique de la lumière* (p. 339).

» II. Prenons maintenant pour origine le point où le rayon incident perce la couche de transition; pour axe des x la normale menée, dans le second milieu, à la surface séparative; enfin, pour axe des y, la projection, sur cette surface, de la normale aux ondes planes incidentes, tirée également de l'origine vers le second milieu; et appelons, dans le plan des xy, ι, ρ les deux angles aigus faits, avec les x positifs, par cette normale aux ondes incidentes et par la normale analogue aux ondes planes réfractées, ι' l'angle, aigu aussi, fait avec les x négatifs par la normale aux ondes réfléchies. Les vibrations étant transversales dans les deux milieux, si l'on désigne par ω, ω', ω_1 les vitesses de propagation respectives de ces ondes planes (vitesses estimées suivant les normales correspondantes), et que l'on pose, pour abréger,

$$(9) \quad (l, m) = \frac{(\cos\iota, \sin\iota)}{\omega}, \qquad (\lambda, m) = \frac{(\cos\iota', \sin\iota')}{\omega'}, \qquad (l_1, m) = \frac{(\cos\rho, \sin\rho)}{\omega_1},$$

on pourra prendre, comme pour deux milieux transparents en repos : 1° dans le rayon incident,

$$(10) \quad \begin{cases} \zeta = f(t - lx - my), \\ \xi = -m\omega\,\mathrm{F}(t - lx - my), \\ \eta = l\omega\,\mathrm{F}(t - lx - my), \end{cases}$$

formules où f et F seront deux fonctions arbitraires, exprimant les déplacements successifs apportés par les ondes incidentes suivant les deux azimuts principaux; 2° dans le rayon réfléchi, des déplacements corrélatifs ζ', ξ', η', ayant comme expressions

$$(11) \quad \begin{cases} \zeta' = \mathrm{P}f(t + \lambda x - my), \\ \xi' = \mathrm{Q}m\omega'\,\mathrm{F}(t + \lambda x - my), \\ \eta' = \mathrm{Q}\lambda\omega'\,\mathrm{F}(t + \lambda x - my); \end{cases}$$

---

[1] Comme M. Potier en avait eu le premier l'idée, en l'appliquant dès 1872, et grâce à l'épaisseur (un peu comparable aux longueurs d'onde) des couches de transition.

3° enfin, dans le rayon réfracté, des déplacements ζ, ξ, η de la forme

$$(12)\quad \left\{ \begin{aligned} \zeta_1 &= P_1 f(t - l_1 x - my), \\ \xi_1 &= - Q_1 m\omega_1 F(t - l_1 x - my), \\ \eta_1 &= Q_1 l_1 \omega_1 F(t - l_1 x - my). \end{aligned} \right.$$

En effet, les deux déplacements tangentiels, $\zeta + \zeta'$ et $\eta + \eta'$ d'une part, ζ_1 et η_1 d'autre part, à égaler respectivement pour $x = 0$, n'auront aucun autre facteur variable que le facteur alors commun $f(t - my)$ ou $F(t - my)$; et, de même, les doubles rotations moyennes, $\frac{d.\zeta + \zeta'}{dx}$ et $\frac{d.\xi + \xi'}{dy} - \frac{d.\eta + \eta'}{dx}$ d'une part, $\frac{d\zeta_1}{dx}$ et $\frac{d\xi_1}{dy} - \frac{d\eta_1}{dx}$ d'autre part, à égaler encore pour $x = 0$, n'auront alors de variable que leur facteur commun $f'(t - my)$ ou $F'(t - my)$. Par suite, les quatre conditions de continuité, réduites à deux systèmes séparés d'équations du premier degré en P et P_1, Q et Q_1, seront bien vérifiables.

» III. Mais il aura fallu prendre égales, dans (9), les trois valeurs de m, ou poser la *proportion* ordinaire des *sinus*,

$$(13)\quad \frac{\sin \iota}{\omega} = \frac{\sin \iota'}{\omega'} = \frac{\sin \rho}{\omega_1},$$

entre les trois sinus des angles faits, avec la normale Ox à la surface séparative, par les perpendiculaires ω, ω', ω_1 abaissées de l'origine sur les trois ondes planes incidente, réfléchie, réfractée, considérées une unité de temps après leur passage à l'origine, et ces perpendiculaires elles-mêmes. Or, les trois ondes planes en question sont tangentes aux deux ondes courbes fictives, ici sphériques, censées nées dans les deux milieux, à l'origine O, lors de ce commun passage des ondes planes en O; et l'égalité des rapports (13) exprime que ces trois plans tangents ont *trace commune* sur le plan $x = 0$ de la surface séparative.

» En d'autres termes, la construction d'Huygens s'applique (étant donné le rayon incident) à la détermination de l'onde incidente tangente, puis des deux ondes tant réfléchie que réfractée et, par suite, à celle des rayons réfléchi et réfracté, aboutissant aux points de contact respectifs des ondes planes correspondantes avec les deux ondes courbes. Seulement, ces rayons, issus de l'origine et non des centres des ondes courbes, feront, avec les normales aux ondes planes correspondantes, qui partent des centres mêmes, de petits angles, constituant justement l'*aberration* des rayons.

» IV. Les quatre équations de condition donnent immédiatement

$$(14)\quad \left\{\begin{array}{l} 1+\mathrm{P}=\mathrm{P}_1, \qquad l-\lambda\mathrm{P}=l_1\mathrm{P}_1, \\ \text{et} \\ l\omega+\lambda\omega'\mathrm{Q}=l_1\omega_1\mathrm{Q}_1, \qquad \dfrac{1}{\omega}-\dfrac{\mathrm{Q}}{\omega'}=\dfrac{\mathrm{Q}_1}{\omega_1}. \end{array}\right.$$

Il en résulte

$$(15)\quad \left\{\begin{array}{l} \mathrm{P}=\dfrac{l-l_1}{\lambda+l_1}, \qquad \mathrm{P}_1=\dfrac{\lambda+l}{\lambda+l_1}, \\ \text{et} \\ \mathrm{Q}=\dfrac{\omega'}{\omega}\,\dfrac{l_1\omega_1^2-l\omega^2}{l_1\omega_1^2+\lambda\omega'^2}, \qquad \mathrm{Q}_1=\dfrac{\omega_1}{\omega}\,\dfrac{\lambda\omega'^2+l\omega^2}{\lambda\omega'^2+l_1\omega_1^2}, \end{array}\right.$$

ou bien, par la substitution, à l, λ, l_1, de $\frac{\cos\iota}{\omega}$, $\frac{\cos\iota'}{\omega'}$, $\frac{\cos\rho}{\omega_1}$, puis à ω, ω', ω_1, des quantités proportionnelles $\sin\iota$, $\sin\iota'$, $\sin\rho$, et, enfin, par la réduction à 1, dans Q_1, du facteur $\cos(\iota'-\iota)$, sauf erreur négligeable de l'ordre de $(\iota'-\iota)^2$:

$$(16)\quad \left\{\begin{array}{l} \mathrm{P}=\dfrac{\sin\iota'\sin(\rho-\iota)}{\sin\iota\sin(\rho+\iota')}, \qquad \mathrm{P}_1=\dfrac{\sin\rho\sin(\iota'+\iota)}{\sin\iota\sin(\iota'+\rho)}; \\ \mathrm{Q}=\dfrac{\sin\iota'\sin(\rho-\iota)\cos(\rho+\iota)}{\sin\iota\sin(\rho+\iota')\cos(\rho-\iota')}=\mathrm{P}\dfrac{\cos(\rho+\iota)}{\cos(\rho-\iota')}, \\ \mathrm{Q}_1=\dfrac{\sin\rho\sin(\iota'+\iota)\cos(\iota'-\iota)}{\sin\iota\sin(\iota'+\rho)\cos(\iota'-\rho)}=\dfrac{\mathrm{P}_1}{\cos(\iota'-\rho)}. \end{array}\right.$$

» V. Par exemple, si la vibration incidente est rectiligne et fait, dans le plan de l'onde, un angle α avec l'axe des z, trace de l'onde sur la surface séparative, ses deux composantes dans les deux azimuts principaux respectifs seront entre elles comme $\cos\alpha$, $\sin\alpha$; et les deux composantes analogues du rayon réfracté seront entre elles, par l'introduction des facteurs correspondants d'amplitude P_1, Q_1, comme $\mathrm{P}_1\cos\alpha$, $\mathrm{Q}_1\sin\alpha$. Par suite, l'azimut α_1 de polarisation du rayon réfracté aura pour tangente $\frac{\mathrm{Q}_1}{\mathrm{P}_1}\tan\mathrm{g}\,\alpha$; et l'on aura, pour le calculer, la formule extrêmement simple

$$(17)\qquad \frac{\cot\alpha_1}{\cot\alpha}=\frac{\mathrm{P}_1}{\mathrm{Q}_1}=\cos(\iota'-\rho). \text{ »}$$

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Demonstration expérimentale de la décomposition de l'acide carbonique par les feuilles insolées.* Note de MM. **P.-P. Dehérain** et **E. Demoussy.**

« Quand, dans les cours de Physiologie végétale, on veut montrer que les feuilles éclairées émettent de l'oxygène par décomposition de l'acide carbonique, on a généralement recours à la méthode imaginée par Cloëz et Gratiolet, il y a plus d'un demi-siècle. Cette méthode, utilisée par Boussingault dans les mémorables recherches où il a démontré que le volume d'oxygène dégagé est égal à celui de l'acide carbonique disparu, consiste à immerger les feuilles dans une solution faible d'acide carbonique qui remplit complètement un flacon de 1^l ou 2^l muni d'un bouchon portant un tube abducteur.

» Quand on emploie des plantes submergées, l'*Elodea Canadensis*, le *Potamogeton Crispus*, le *Ceratophyllum submersum*, on réussit bien; mais quand on introduit dans l'eau carbonique des feuilles aériennes, l'expérience manque souvent; en outre, immerger des organes aériens, pour les voir accomplir leur principale fonction, n'est pas satisfaisant pour l'esprit, et nous avons résolu de disposer cette expérience dans l'air.

» Ici se présente cette difficulté que les feuilles plongées dans une atmosphère très chargée d'acide carbonique le réduisent difficilement; il fallait imaginer une méthode qui permît d'ajouter peu à peu, à l'atmosphère l'acide carbonique à décomposer.

» Après quelques essais infructueux, nous nous sommes arrêtés au procédé suivant :

» On place les rameaux feuillus sur lesquels on opère dans une cloche à gaz de 150^{cm^3} à 200^{cm^3}, qu'on retourne sur une dissolution saturée d'acide carbonique; en penchant cette cloche on en fait sortir la plus grande partie de l'air, on n'en laisse qu'une cinquantaine de centimètres cubes; la cloche est alors placée dans un grand vase à précipité rempli de la dissolution d'acide carbonique; on immerge complètement de façon à éviter l'échauffement de l'atmosphère pendant l'exposition au soleil.

» Si l'on a pris la précaution de marquer par un trait sur la cloche le point où s'arrête la dissolution intérieure, on ne tarde pas à voir le volume du gaz augmenter. Si l'on trouve que cette augmentation est lente, on agite le liquide de la cloche, de façon à favoriser le dégagement de l'acide carbonique. Celui-ci est décomposé par les feuilles, remplacé par de l'oxygène qui, étant peu soluble dans l'eau, augmente sans cesse le volume du gaz.

» Quand il a doublé, on sort la cloche et, en la retournant, on rallume facilement une allumette ou une paille ne présentant qu'un point en ignition.

» Voici la teneur en oxygène de quelques-unes des atmosphères obtenues en employant cette méthode.

Richesse en oxygène d'atmosphères dans lesquelles ont séjourné différentes feuilles exposées au soleil.

Matricaire	42	d'oxygène dans 100 de gaz.
Menthe	43	»
Asperula odorata	45	»
Blé	48	»
Pyrethrum inodorum	53	»
Campanula pyramidalis	57	»

» L'opération est très facile à conduire, et elle présente cet avantage que l'augmentation de volume du gaz montre les progrès de la décomposition; on ne met fin à l'expérience que lorsque cette augmentation est suffisante pour qu'on soit certain de rallumer une allumette, ce qui exige au moins $\frac{40}{100}$ d'oxygène.

» On a cru, à diverses reprises, et récemment encore, que la décomposition de l'acide carbonique par les feuilles était accompagnée du dégagement de gaz combustibles, oxyde de carbone, hydrogène, hydrogènes carbonés; nous n'avons jamais pu constater ces dégagements; en opérant régulièrement avec l'excellent eudiomètre de M. Schlœsing, on trouve que le volume d'oxygène dégagé est rigoureusement égal à celui de l'acide carbonique disparu, et, en faisant détoner les gaz provenant de la décomposition, avec du gaz de la pile, on ne constate aucune diminution de volume. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Les périthèces du* Rosellinia necatrix. Note de M. Ed. Prillieux.

« Le champignon parasite qui cause le plus souvent la pourriture des racines des arbres fruitiers et des vignes a été très bien étudié par Rob. Hartig, qui a fait connaître non seulement ses organes de végétation, les filaments mycéliens qui envahissent les racines et les tuent, mais des organes de reproduction qui apparaissent à la surface des plantes mortes, sur lesquelles le parasite continue de vivre en saprophyte. Ce sont des

faisceaux de filaments dressés qui se ramifient au sommet en branches conidifères. Rob. Hartig a donné au champignon ainsi caractérisé le nom de *Dematophora necatrix*.

» On sait que, pour un champignon donné, à des formes conidiennes peuvent correspondre d'autres formes de fructification et particulièrement des fruits contenant des asques. Pour le *Dematophora necatrix*, Rob. Hartig n'a pu, malgré de longues recherches, trouver de fruits ascophores, mais il a fait cette profonde remarque que le *Dematophora necatrix* ressemble, tant par ses conidies et leur mode de développement sur les filaments fructifères que par l'organisation de ses cordons mycéliens, au *Rosellinia quercina*, à tel point qu'il y a lieu de supposer qu'il n'est rien autre chose que la forme conidienne d'un champignon appartenant au même genre *Rosellinia* ou à un genre voisin.

» Plusieurs années après la publication du beau Mémoire de Rob. Hartig, Viala observa pour la première fois, sur des racines de cerisier et des souches de vigne tuées par le pourridié, les périthèces du *Dematophora necatrix*. Il fit, du pourridié et de l'histoire complète du *Dematophora necatrix*, le sujet d'un important travail dans lequel il étudia en détail et figura ces périthèces, dont la structure ne lui parut pas justifier la supposition de Rob. Hartig. Il les décrit comme des conceptacles entièrement clos et indéhiscents, comparables à ceux des Tubéracées; mais reconnaissant, d'autre part, que le *Dematophora necatrix* s'écarte par divers caractères, et notamment par ses fructifications conidiennes, des Tubéracées, qui n'en présentent jamais, il a proposé de considérer le *Dematophora necatrix* comme le type d'une famille spéciale, celle des Dématophorées, intermédiaire aux Tubéracées et aux Sphériacées.

» Depuis la publication du Mémoire de Viala, il n'a été possible à aucun observateur de voir des périthèces de *Dematophora necatrix;* toutefois, Berlèse, en étudiant le *Rosellinia aquila*, a été frappé de la grande analogie de structure que présentent les périthèces des *Rosellinia* et ceux du *Dematophora*, d'après les dessins mêmes et les descriptions de Viala.

» Depuis plusieurs années, j'ai tenu, dans des conditions d'humidité convenables, dans le jardin de la Station de Pathologie végétale, des racines d'arbres fruitiers divers tués par le *Dematophora necatrix*. Elles se sont, à maintes reprises, couvertes de fructifications conidiennes; enfin, j'ai vu s'y développer des périthèces. La première apparition de ces périthèces se produisit en 1898 sur un arbre mort au commencement de

juin 1896 dans le potager de Versailles. Je n'ai pu les observer jusqu'à complète maturité, mais il s'en est produit une poussée nouvelle en 1902, que j'ai pu étudier à loisir.

» Comme l'a observé Viala, ces périthèces sortent de la croûte stromatique qui a déjà porté des conidiophores; ils se forment dans le feutrage des filaments mycéliens bruns qui couvrent les racines mortes depuis longtemps. Ils se montrent nombreux, pressés les uns contre les autres, entourés des débris des arbres conidiophores. Ils ont environ $1^{mm},5$ de diamètre ou un peu plus; ils sont globuleux, un peu déprimés à leur sommet avec une papille saillante. Ils sont d'un gris brunâtre; la papille est noire et entourée d'une auréole noirâtre. Quand le périthèce est mûr, vers le milieu de juillet, on voit souvent, au-dessus de la papille, une petite masse globuleuse noire constituée par l'agglomération des spores qui sont expulsées hors du périthèce sous forme d'une masse pâteuse. Parfois, j'ai vu, sur des périthèces placés dans un milieu extrêmement humide, apparaître une grosse goutte de mucilage contenant les spores. Le périthèce mûr se fendille très aisément; j'ai vu des périthèces, portant à l'extrémité de leur papille un bouton de spores noires, se briser spontanément en se desséchant au sortir d'un milieu très humide. Souvent, on voit apparaître, dans ces conditions, de grandes fentes partageant la coque dure du périthèce. J'ai vainement cherché à m'assurer de l'existence d'une ostiole régulière au sommet de la papille. J'ai parfois vu l'ouverture par où est sortie la petite masse de spores formant un trou sensiblement rond auprès et non au sommet de la papille primitive : c'est une ouverture en forme de fente. Je pense que l'orifice servant à l'expulsion des spores est produit par de petites crevasses qui se forment aisément dans le tissu de la papille.

» Au-dessous de la couche externe dure et friable du périthèce se trouve une couche tendre blanchâtre, bordée, du côté de l'intérieur du fruit, par une membrane d'une couleur jaunâtre qui se sépare aisément au moment de la maturité de la coque dure et forme un sac qui n'adhère fortement à la paroi que par son extrémité supérieure. La membrane de ce sac est tapissée extérieurement par un hyménium qui porte dans la cavité du périthèce de très longues et très fines paraphyses, au milieu desquelles naissent les asques, disposés comme elles en rayonnant vers le centre du fruit. Quand la coque externe se brise, en se crevassant à la maturité, elle montre une surface intérieure blanche et lisse et laisse à découvert le sac jaunâtre qui contient les files de spores noires dans une masse mucilagineuse.

» Les paraphyses sont des filaments simples, grêles, hyalins, très longs, que Viala a décrits comme des filaments mycéliens constituant un pseudoparenchyme qui remplit la cavité du fruit.

» Les asques naissent entre ces paraphyses en direction rayonnante; ils sont filiformes, allongés, cylindriques, mais amincis par leur partie inférieure en un pédicelle qui a à peu près le même diamètre que les paraphyses. Ils ont de 365^{μ} à 380^{μ} de long sur $8^{\mu},5$ à 9^{μ} de large. Dans les asques se produisent les spores, au nombre de 8, en forme de fuseau non exactement symétrique, un peu arquées, à extrémités très aiguës. Mûres, elles ont de 43^{μ} à $47^{\mu},5$ de long sur 7^{μ} de large. Elles restent assez longtemps incolores et montrent à leur intérieur des gouttelettes réfringentes; en mûrissant, elles deviennent noires et opaques. Elles sont disposées dans l'asque obliquement en

une seule série. La première spore de la série n'occupe pas la partie terminale de l'asque, dont le sommet présente une disposition très singulière qui a été étudiée et figurée dans le *Rosellinia quercina* par Rob. Hartig et dans le *Rosellinia aquila* par Berlèse. Viala l'a certainement vue dans le *Dematophora necatrix,* mais il a cru que l'asque, un peu dilaté à son extrémité, est terminé par un espace vide qu'il a désigné sous le nom de *chambre à air*. En réalité, on peut aisément s'assurer que cette prétendue *chambre à air* est formée par une matière dense qui se colore en bleu par l'iode et qui forme une sorte de bouchon beaucoup plus résistant que la paroi de l'asque.

» Quand le moment de la maturité arrive et que les spores noircissent, la paroi de l'asque se gélifie; les paraphyses, également, deviennent peu distinctes et se fondent dans une masse mucilagineuse où l'on voit les spores noires disposées en file, dans la situation où elles se sont formées. Mais, alors encore, l'emploi de l'iode permet de distinguer le bouchon qui précède la file de spores.

» Tous ces détails de la structure du périthèce du *Dematophora necatrix* ne permettent pas de douter que ce champignon soit bien un *Rosellinia.* Il devra porter le nom de *Rosellinia necatrix*. »

CHIMIE. — *Hydrogénation directe des oxydes de l'azote par la méthode de contact*. Note de MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens**.

« On sait depuis longtemps que la mousse de platine peut servir à provoquer la réduction directe des divers oxydes de l'azote par l'hydrogène.

» Il nous a paru intéressant de voir si le *nickel* ou le *cuivre réduits,* qui servent de base à la méthode générale d'hydrogénation que nous avons instituée pour les composés organiques volatils et particulièrement pour les dérivés nitrés, pourraient être, vis-à-vis des oxydes de l'azote eux-mêmes, substitués à la mousse de platine.

» I. *Oxyde azoteux.* — Dœbereiner, puis Dulong et Thénard avaient observé que la mousse de platine, placée dans un mélange d'oxyde azoteux et d'hydrogène, s'y échauffe jusqu'à l'incandescence, en donnant de l'eau et de l'azote.

» Au contraire, Kuhlmann (*Ann. der Chem. und Pharm.,* t. XXIX, p. 272) a trouvé que la mousse de platine n'agit pas à la température ordinaire sur le mélange des deux gaz, mais que, si l'on chauffe, elle donne lieu à une production importante d'ammoniaque.

» Ainsi que nous l'avons établi dans nos recherches antérieures (*Ann. de Chim. et de Phys.,* 7e série, t. VII, p. 348), le *nickel réduit* n'exerce à froid aucune action sur l'oxyde azoteux seul. Mais il réagit immédiatement dès la température ordinaire sur le mélange d'oxyde azoteux et d'hydrogène : il se produit un échauffement intense.

» Avec un grand excès d'hydrogène, tout l'oxyde azoteux disparaît : il y a produc-

tion exclusive d'eau et d'azote, sans aucune formation d'ammoniaque ou d'hydrazine. On a

$$N^2O + H^2 = N^2 + H^2O.$$

» D'après les données thermiques qui ont été fournies par M. Berthelot, cette réaction dégage $+ 78^{Cal},9$ (eau gazeuse).

» Aussi, quand on accroît dans le mélange la proportion d'oxyde azoteux, on détermine une vive incandescence au début de la traînée du métal. Par suite de la haute température ainsi atteinte, l'oxyde azoteux subit en partie une décomposition complexe, où apparaissent des vapeurs rutilantes nitreuses : l'hydrogénation de ces dernières, effectuée par les portions voisines et très chaudes du métal, fournit un peu d'ammoniaque.

» Le *cuivre réduit* n'exerce, à la température ordinaire, aucune action sur le mélange d'oxyde azoteux et d'hydrogène : mais, à partir de 180°, température à laquelle, d'après nos observations anciennes (*loc. cit.*), l'oxydation du métal par l'oxyde azoteux n'a pas encore lieu, la réaction se produit, et donne de l'eau et de l'azote.

» Avec une dose suffisante d'oxyde azoteux, elle peut amener, comme pour le nickel, l'incandescence du métal et, par suite, la production de faibles quantités d'ammoniaque.

» II. *Oxyde azotique.* — Faraday, puis Kuhlmann, ont indiqué que la mousse de platine réagit vivement dès la température ordinaire sur les mélanges d'oxyde azotique et d'hydrogène, pour donner de l'eau et de l'ammoniaque.

» Reiset avait trouvé que la production d'ammoniaque à partir du mélange des deux gaz peut être réalisée au rouge par les oxydes d'étain, de zinc, de cuivre, surtout et très aisément par l'oxyde ferrique, même dans une faible mesure par la pierre ponce pulvérisée (*Comptes rendus*, t. XV, 1842, p. 162).

» Le *nickel réduit* n'agit pas à froid sur le mélange d'oxyde azotique et d'hydrogène : mais, au-dessus de 180°, on observe une forte diminution du volume gazeux, due à la production d'eau, d'ammoniaque et d'azote libre. En présence d'un excès d'hydrogène, l'oxyde azotique est transformé tout entier selon les deux réactions simultanées :

$$NO + H^5 = NH^3 + H^2O,$$
$$NO + H^2 = N + H^2O.$$

» D'après les données thermiques établies par M. Berthelot, la première de ces réactions dégage $92^{Cal},1$. La seconde, qui tend à devenir plus importante quand la température s'élève, dégage $79^{Cal},9$ (eau gazeuse).

» La présence de l'azote est constante dans le phénomène, et il ne peut en être autrement; car on sait, et nous avons vérifié, que l'oxyde azotique réagit sur le gaz ammoniac, lentement à froid, beaucoup plus vite si l'on chauffe, surtout en présence des métaux divisés, et tend à donner de l'eau et de l'azote.

» Si l'on augmente la proportion d'oxyde azotique dans le mélange, on arrive à provoquer l'incandescence du métal, que l'on voit alors s'oxyder partiellement aux dépens de l'oxyde azotique.

» Le *cuivre réduit* se comporte exactement comme le nickel, au-dessus de 180°.

» Le liquide ammoniacal, recueilli dans les deux cas, ne renferme que de l'ammoniaque, sans azotate, ni azotite. Il ne contient pas d'hydroxylamine, comme l'indique l'absence de pouvoir réducteur vis-à-vis du bichromate ou de la liqueur de Fœhling.

» III. *Peroxyde d'azote.* — Kuhlmann avait observé que le mélange de peroxyde d'azote et d'hydrogène produit, dès la température ordinaire, l'incandescence de la mousse de platine avec transformation totale en ammoniaque et production assez fréquente de redoutables explosions.

» En dirigeant à froid, sur du *nickel* récemment réduit, de l'hydrogène ayant barboté dans du peroxyde d'azote liquide maintenu au-dessous de 0°, on ne constate qu'un léger échauffement, dû à une formation de *nickel nitré* (Paul Sabatier et Senderens, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. VII, p. 413). Mais si l'on élève vers 180° la température du métal, on constate une production abondante d'ammoniaque, selon la formule

$$NO^2 + H^7 = NH^3 + 2H^2O,$$

réaction qui dégage $+136^{Cal},3$ (eau gazeuse, NO^2 vers 200°).

» En augmentant la proportion des vapeurs de peroxyde d'azote, on voit apparaître des fumées blanches d'azotate et d'azotite d'ammonium; puis l'incandescence se manifeste au début de la traînée de métal, et elle est généralement suivie d'une violente explosion.

» Avec le *cuivre réduit,* le phénomène est tout à fait analogue : à froid, on observe une faible élévation de température, due à la condensation du peroxyde d'azote par formation de *cuivre nitré* (*loc. cit.*, p. 401). Vers 180°, il y a production d'ammoniaque, et, si la dose de peroxyde d'azote devient un peu importante, il y a incandescence de cuivre, suivie fréquemment d'une explosion.

» L'action positive exercée sur le mélange de peroxyde d'azote et d'hydrogène a pour conséquence nécessaire une action similaire sur la vapeur d'*acide azotique.*

» Quand celle-ci, entraînée par un excès d'hydrogène, arrive dans l'intérieur du tube à métal, chauffé au-dessus de 180°, elle se dissocie partiellement, à cette température, en eau, oxygène et peroxyde d'azote. Au contact du métal actif qui se trouve dans le tube (mousse de platine, nickel, cuivre), ce peroxyde d'azote se trouve aussitôt hydrogéné et changé en ammoniaque : il s'en refait, dans la vapeur, une nouvelle proportion, qui est également transformée, et cela jusqu'à disparition complète de tout l'acide azotique.

» En opérant avec un tube où se trouve étalée une couche mince de *nickel* réduit chauffée vers 200°, une partie de l'acide azotique demeure fixée à l'état d'azotate d'ammonium, sur la partie supérieure du tube, où la température n'atteint pas 200° : le sel fondu, encore stable à cette température, s'y accumule en certaine proportion, et parfois coule sur le métal, y déterminant une incandescence passagère.

» Quand le métal est chauffé à 350°, il n'y a plus aucun dépôt de nitrate d'ammonium, mais seulement formation d'eau, d'ammoniaque et d'une certaine dose d'azote libre.

» Le cuivre conduit à des résultats tout à fait semblables.

» On voit donc que, pour effectuer la réduction des oxydes de l'azote

par l'hydrogène, le nickel et le cuivre réduits peuvent être substitués à la mousse de platine. »

CORRESPONDANCE.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Mesure de la limite élastique des métaux.* Note de M. **Ch. Fremont**, présentée par M. Maurice Levy.

« La mesure de la limite élastique des métaux, essayés à la traction ou à la compression, s'évalue sur le diagramme tracé automatiquement pendant l'opération mécanique; on l'exprime en kilogrammes par millimètre carré de la section primitive de l'éprouvette.

» On a été ainsi conduit à définir la limite élastique d'après la configuration du diagramme.

» Or, à la suite d'expériences à la compression, j'ai constaté que les indications données par les diagrammes obtenus avec les instruments les plus précis étaient inexactes, et que cette inexactitude n'était pas due à l'insuffisance de précision des instruments, mais à l'impossibilité matérielle d'obtenir en pratique un ajustage parfait des éprouvettes et une direction mathématiquement rectiligne des attaches; l'éprouvette est, en effet, toujours tirée ou comprimée plus ou moins obliquement.

» Ainsi, dans des essais de compression j'ai trouvé que, pour un acier dont la limite élastique réelle était de 24^{kg}, les diagrammes indiquaient cette limite à $8^{kg},55$, $11^{kg},56$, $12^{kg},95$, $13^{kg},90$, $14^{kg},10$ et $15^{kg},70$.

» Jusqu'ici l'on n'a pas attaché d'importance à ces deux causes d'irrégularité, probablement parce qu'on supposait que sous l'effort, dès le début de l'opération mécanique, les mordaches prenaient une direction rectiligne, que les têtes des éprouvettes s'appuyaient normalement et que l'éprouvette considérée comme restée homogène était enfin soumise à un effort également réparti sur toute la section.

» Pour constater qu'il n'en est pas ainsi, il suffit de polir parfaitement la surface de l'éprouvette (¹); on voit alors, comme on le sait, au moment

---

(¹) Je dis qu'il faut polir parfaitement, parce qu'un polissage imparfait ne laisse apercevoir que les déformations plus grossières que les défauts du polissage lui-même.

précis où le diagramme indique la limite élastique par un changement plus ou moins important de direction, la surface de l'éprouvette se dépolir dans certaines parties suivant des lignes discontinues.

» Il est évident que la limite élastique (par définition) n'a été dépassée que dans les régions déformées, c'est-à-dire localement; le diagramme n'a donc donné que la limite élastique de l'éprouvette avec ses imperfections, dans les conditions également imparfaites de l'essai, et nullement la limite élastique vraie du métal. La surface interne déformée et écrouie, résultat des irrégularités initiales, les perpétue jusqu'à la fin de l'essai et se traduit par une suite de déformations locales et généralement obliques.

» Aucune indication ne précise, sur le diagramme, le passage à la limite élastique réelle du métal considéré, et, dans certains cas, une éprouvette soumise à un effort croissant ne présente pas, au passage à la limite élastique du métal, la déformation caractéristique, car lorsque l'effort correspondant à cette limite est atteint, dans certaines régions de l'éprouvette, le métal est au-dessus et, dans d'autres, est au-dessous de cette limite élastique.

» Partant de là, pour déterminer exactement la limite élastique il faut commencer par tasser l'inégalité provenant du défaut d'ajustage de l'éprouvette, en localisant dans une partie de section plus faible que le reste de l'éprouvette les premières déformations, jusqu'à ce que l'effort soit uniformément réparti.

» J'ai obtenu ce résultat en employant, pour la compression, des éprouvettes en forme de tronc de cône ou de pyramide tronquée et, pour la traction, des éprouvettes en forme de tronc de cône terminé par un cylindre à la plus faible section du cône. La déformation initiale irrégulière est alors localisée dans la partie la plus faible de l'éprouvette et se propage ensuite sur la surface, qu'elle dépolit en *nappe continue*.

» L'examen au microscope du bord de cette nappe dépolie permet de constater qu'il existe pour les métaux deux types de déformations à la limite élastique, et cette distinction se retrouve, qu'il s'agisse de traction ou de compression.

» *Premier type.* — La déformation s'effectue brusquement sous un effort donné, le dépoli est franchement limité par une ligne bien déterminée et la limite élastique est *une* et se mesure exactement par un nombre. C'est le type de l'acier, dont le diagramme présente un palier.

» *Second type.* — La déformation s'effectue graduellement sous un effort donné, le dépoli n'est pas franchement limité par une ligne, et la limite élastique ne peut être

évaluée exactement; elle est soumise, dans certaines limites, à une appréciation arbitraire.

» L'aspect général des diagrammes ordinaires nous donne une idée de ces deux types de déformations, mais non la représentation fidèle, permettant d'en obtenir la mesure, comme il vient d'être dit, et tel acier à palier pourra donner un diagramme sans palier; tel acier à déformation graduée pourra donner un petit palier, par suite d'une coïncidence de plusieurs affaissements ou allongements simultanés.

» En résumé, les lignes de déformations locales, signalées pour la première fois en 1854 par Lüders, mais restées inexpliquées jusqu'ici, sont la conséquence d'une répartition inégale de l'effort sur la section de l'éprouvette, résultant d'une précision insuffisante dans l'ajustage et le guidage; ces lignes n'existent plus et sont remplacées par une nappe continue quand la déformation s'effectue régulièrement sous un effort bien également réparti. »

OPTIQUE. — *Sur une nouvelle methode de mesure optique des épaisseurs.* Note de MM. **J. Macé de Lépinay** et **H. Buisson.**

« L'un de nous a eu l'honneur, dans une précédente Communication [1], d'exposer le principe d'une nouvelle méthode de mesure interférentielle des épaisseurs; nous nous proposons d'indiquer sous quelle forme nous avons pu la réaliser et de donner les résultats de quelques expériences d'essai.

» Vu la nécessité d'employer exclusivement des sources de lumière monochromatiques, les phénomènes utilisés se présentent sous les aspects suivants :

» *Franges des lames parallèles* $\left[P = \frac{2ne}{\lambda}\right]$. — On éclaire la région étudiée de la lame par un faisceau de lumière convergente, en y projetant l'image de la source. Les franges se présentent sous la forme d'anneaux concentriques que l'on observe dans une lunette réglée pour l'infini soit par réflexion, en interposant une lame de verre non étamée entre la source et la lame, soit par transmission, les deux faces de la lame étant alors faiblement argentées [2]. La partie fractionnaire A, de l'ordre d'interférence au

(1) 21 avril 1902.

(2) De ces deux modes d'observation, nous préférons le premier, malgré la moindre

centre P, correspondant à l'incidence normale, est donnée en fonction du diamètre apparent D du premier anneau (sombre dans le premier cas, brillant dans le second), par

$$A = P\frac{D^2}{8n^2}.$$

La lame étant placée sur la plate-forme horizontale, mobile, d'un goniomètre, le diamètre apparent se mesure en faisant tourner cette plate-forme et faisant ainsi défiler les anneaux dans la lunette fixe. Les angles de rotation sont observés par la méthode de Poggendorff.

» *Franges des lames mixtes* $\left[p = \frac{(n-1)e}{\lambda}\right]$. — La moitié d'un faisceau de lumière parallèle traverse la région étudiée de la lame, l'autre traverse l'air. Un écran, placé sur la lame et la débordant, porte une ouverture rectangulaire qui permet ce partage du faisceau. On observe les franges au moyen d'une lunette fixe, à fort grossissement, réglée pour l'infini. Leur aspect, indiqué par les formules d'Airy ([1]), est dissymétrique, à moins que l'on n'ait

$$\delta = \frac{2K\lambda}{2}\ \text{(maximum central)} \quad \text{ou} \quad \delta = (2K+1)\frac{\lambda}{2}\ \text{(minimum central)},$$

δ étant le retard de l'onde qui a traversé la lame sur celle qui a traversé l'air. Or, si l'on fait varier d'une manière continue l'inclinaison de la lame sur l'onde incidente, on fait varier par cela même δ et l'on réalise une série de maxima et de minima successifs, faciles à saisir, surtout ces derniers. Soit alors d l'angle des deux orientations de la lame correspondant au premier minimum central, de part et d'autre de l'incidence normale; la partie fractionnaire a de l'ordre d'interférence p sous incidence normale est donnée par :

$$a = h + \frac{1}{2} - p\frac{d^2}{8n^2},$$

h ayant, selon le cas, la valeur 0 ou 1, de façon que a soit compris entre 0 et 1.

» *Sources.* — Les radiations utilisées ont été les radiations rouge (R), verte (V), bleue (B) du cadmium et la radiation verte du mercure (V_1).

» La source, limitée à une surface éclairante de 2^{mm} environ de diamètre, est placée au foyer d'une première lentille collimatrice C_1. Le faisceau parallèle obtenu traverse un prisme à vision directe spécial, servant en même temps de polariseur ([2]), formé d'un prisme de quartz, à arêtes parallèles à l'axe, immergé dans une cuve rectangulaire

---

netteté des anneaux, afin d'éviter la correction, toujours incertaine, provenant du changement de phase par réflexion sur l'argent. Cette correction peut atteindre 0,41 de période.

([1]) Mascart, *Traité d'Optique,* t. I, p. 475.

([2]) Les lames que nous avons étudiées jusqu'ici sont, en effet, des lames de quartz parallèles à l'axe. On pourrait, dans le cas de lames isotropes, remplacer le prisme polarisant par un prisme de crown.

contenant un mélange de $\frac{1}{3}$ de benzine et $\frac{2}{3}$ de sulfure de carbone. La source et la lentille sont portées par une planchette qui tourne autour d'un axe vertical passant par le prisme.

» Pour observer les anneaux, le faisceau émergent est reçu sur une lentille fixe C_3, de 40^{cm} de distance focale; il va former dans un plan intérieur à la lame un spectre présentant une série d'images de la source nettement séparées. L'une d'elles est amenée, en orientant convenablement la source, à tomber sur la partie découverte de la lame; les autres sont interceptées par l'écran qui la recouvre.

» Pour observer les franges des lames mixtes, il faut substituer au miroir non étamé l'écran rectangulaire et éclairer ce dernier par un faisceau de lumière parallèle. On y parvient en introduisant entre le prisme et la lentille C_3 un collimateur renversé, constitué par une lentille C_2, tournée vers le prisme, et une fente F, placée au foyer de la lentille C_3. L'une des images de la source étant amenée à se former sur cette fente, le faisceau correspondant devient parallèle au delà de C_3. La lentille C_2 et la fente F sont liées invariablement l'une à l'autre et reposent par trois pointes sur plan, trou et fente; le support de ces derniers est réglé une fois pour toutes, de telle sorte que si une image donnée de la source se forme, dans ces conditions, sur la fente, elle se forme sur la partie découverte de la lame quand on enlève le collimateur renversé C_2F.

» Grâce à cette disposition, le passage d'une radiation à une autre, tout aussi bien que celui des franges aux anneaux correspondant à une même radiation, n'entraîne aucune perte de temps : 20 minutes suffisent pour effectuer les huit mesures correspondant aux quatre radiations employées et, pendant ce temps, dans les conditions où nous sommes placés, la température ne varie que de $0°,02$.

» *Résultats.* — Nous nous contenterons de donner, à titre d'exemple, les résultats suivants (lame de quartz parallèle à l'axe, rayon ordinaire), ramenés à une même température, $18°,50$:

		I.	II.	III.
e_t	R....	$9900^{\mu},92$	$9900^{\mu},91$	$9900^{\mu},94$
	V....	$9900^{\mu},93$	$9900^{\mu},93$	$9900^{\mu},94$
N_t (1)	R....	1,5426879	1,5426893	1,5426870
	V....	1,5486369	1,5486366	1,5486367

» On voit qu'il est possible de compter sur une approximation de $0^{\mu},02$ à $0^{\mu},01$ pour l'épaisseur, d'une unité du sixième ordre décimal pour l'indice.

» Nous avons étudié de même, et avec le même succès, une lame de quartz de 2^{cm} d'épaisseur. Nous avons pu nous assurer, d'autre part, que la méthode serait facilement applicable à une lame de flint (indice 1,7233), de 3^{cm} d'épaisseur, donnant des anneaux de même ordre qu'un quartz ou

(1) Indices absolus.

un crown de $3^{cm},5$ d'épaisseur. Il y a tout lieu de penser qu'il nous sera possible d'aborder directement l'étude de lames plus épaisses encore. »

PHYSIQUE. — *Réflexion de la lumière sur un miroir de fer aimanté perpendiculairement au plan d'incidence.* Note de M. P. Camman, présentée par M. Mascart.

« Une théorie complète de la réflexion de la lumière sur les miroirs métalliques aimantés a été donnée par M. C.-H. Wind dans les *Archives néerlandaises* (2e série, t. I, 1897). Dans le cas particulier où l'aimantation est perpendiculaire au plan d'incidence, la conclusion est la suivante : Si la lumière incidente est polarisée dans le plan d'incidence, l'aimantation n'a aucune influence sur la réflexion. Elle fait, au contraire, varier à la fois la phase et l'amplitude de la lumière réfléchie, si le rayon incident est polarisé perpendiculairement au plan d'incidence. Ce sont ces résultats théoriques que j'ai vérifiés expérimentalement, en mesurant la variation de la différence de phase entre les deux composantes principales et celle de l'azimut rétabli.

» La source lumineuse est une lampe à arc. La lumière, rendue suffisamment monochromatique pour les mesures par son passage à travers une cuve de fuchsine, est concentrée par un condenseur en un trou de 2^{mm} de diamètre percé dans un écran métallique mince; ce trou est placé au foyer d'une lentille de 30^{cm} de distance focale. Le faisceau qui en est issu traverse un polariseur. Le plan de polarisation faisait des angles de 45° et de 60° avec le plan d'incidence dans les deux séries d'observations effectuées. La lumière se réfléchit sur deux miroirs de fer plans et parallèles, de 2^{cm} de longueur sur 1^{cm} de hauteur, taillés dans deux cadres de fer doux de Suède formant les armatures de deux petits électro-aimants. Les faibles dimensions de ces cadres (9^{cm} de longueur, 5^{cm} de hauteur, 2^{cm} de largeur et 1^{cm} d'épaisseur) permettent de les placer sur une plate-forme spéciale adaptée à cet effet sur un cercle de Jamin. On peut ainsi mesurer l'angle d'incidence, régler les miroirs et les rendre parallèles en faisant coïncider dans la lunette les images du rayon direct et du rayon réfléchi deux fois.

» L'étude de la lumière réfléchie, polarisée elliptiquement, se fait au moyen d'une lame de mica quart d'onde et d'un analyseur; en réalité, les deux lames de mica successivement employées n'étaient pas exactement quart d'onde, mais les retards de l'une des vibrations principales étaient respectivement de 0,265 et 0,268 λ_D de la raie moyenne D du sodium. L'appareil analyseur est l'analyseur à pénombre Macé de Lépinay. Grâce à la précision et à la sensibilité de cet instrument, les erreurs commises ne dépassent pas les erreurs de lecture quand on opère par la méthode de l'égalisation de teinte des deux plages; quand on cherche à établir l'extinction en suppri-

mant le quartz à deux rotations qui produit les deux plages, et en manœuvrant à la fois l'analyseur et la lame, l'erreur est de 1′ en moyenne. On en déduit que la différence de phase et l'azimut rétabli sont déterminés à 6′ près environ pour la réflexion sur un seul miroir.

» Les données des expériences sont les suivantes :

Incidence principale moyenne des deux miroirs.	71°5′
Azimut principal moyen	26°58′
Aimantation maxima en unités C. G. S.	1350

» Les résultats des expériences sont réunis dans le Tableau suivant :

	Variations	
	de la différence de phase.	de l'azimut rétabli.
49°,58′	12′	»
50	12,5	»
60,2	20	»
65	26	— 6
68	33	—10
70	41	—12
70,30	45	—11
75	34	—11
77,40	25	— 6

» Les chiffres précédents se rapportent à la réflexion sur un seul miroir, les variations étant observées en renversant l'aimantation de +1350 à —1350 unités C.G.S. La phase étalon est celle de la vibration perpendiculaire au plan d'incidence ; la différence de phase est son avance sur la vibration dans le plan d'incidence.

» Au-dessous de 50° et au-dessus de 77°, les observations sur la différence de phase donnent des résultats peu certains, à cause de la petitesse des quantités à mesurer. Quant à l'azimut rétabli, sa faible valeur ne permet de l'observer avec quelque certitude que dans des limites restreintes au voisinage de son minimum.

» Le Tableau qui suit donne les mêmes variations calculées d'après la théorie de M. Wind. Des deux constantes qui entrent dans les formules, l'une, la phase de Sissingh, a été prise égale à 85° suivant la valeur donnée par cet expérimentateur ; l'autre a été tirée de l'expression précédemment donnée de la variation de la différence de phase à 70°.

	Variations	
Incidences.	de la différence de phase.	de l'azimut rétabli.
50°	12′,5	
60	23	
65	31	—13′,5
68	34	—13
70	41	—12,5
72	45	—11,5
75	40	—8

» Le rapprochement de ces deux Tableaux montre que les différences entre les deux séries de nombres sont de l'ordre des erreurs d'expérience. On peut donc dire que les expériences précédentes confirment d'une manière satisfaisante la théorie de M. Wind. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Moyen de régler les résonateurs de haute fréquence, en vue de leur emploi médical.* Note de M. **H. Guilleminot**, présentée par M. Bouchard.

« Les résonateurs de haute fréquence employés en médecine se composent d'un circuit inducteur, ou générateur du champ : c'est le circuit de décharge des condensateurs; et d'un circuit induit à l'extrémité duquel se produisent les effluves, étincelles, souffles. Le circuit inducteur, composé des surfaces condensatrices et du conducteur, présente une certaine capacité c et un certain coefficient de self L desquels dépend la période des oscillations du courant de décharge, et par conséquent leur longueur d'onde, d'après la formule $T = 2\pi\sqrt{LC}$.

» L'induit a un rendement d'autant meilleur qu'il est mieux accordé pour le champ considéré. Je n'ai pas à m'étendre ici sur le sens qu'il faut donner à ces mots : *accord du résonateur avec le champ oscillant.* Quoi qu'il en soit, le réglage d'un résonateur consiste à faire varier la self ou la capacité du générateur par rapport à celles de l'induit.

» Dans le résonateur Oudin en forme d'hélice, l'inducteur et l'induit sont placés à la suite l'un de l'autre, et le réglage consiste à prendre plus ou moins de spires comme inductrices, diminuant ou augmentant d'autant le nombre des spires induites. Dans le résonateur d'Arsonval en forme de bobine, l'inducteur est invariable comme capacité et comme self, mais on peut le promener le long de l'induit auquel il est extérieur, de telle sorte que l'on modifie la longueur des deux portions droite et gauche de l'induit (par rapport au plan moyen de l'inducteur), faisant varier du même coup ses caractéristiques et, avant tout, sa self.

» Dans le type en spirale plate que j'ai décrit antérieurement [1], l'inducteur est constitué par la spire externe de l'appareil, et l'induit est formé par toute la partie intérieure de la spirale. Cette forme de résonateur a pour but d'utiliser l'énorme champ développé sur chacune de ses faces, d'une part pour l'électrisation par influence des malades, d'autre part pour la production par influence d'une charge de même signe ou de signe contraire dans une spirale placée en regard de la première et dont l'enroulement est de même sens ou de sens contraire. Le réglage des spirales

(1) *Arch. d'Électr. médicale,* 1901, p. 287.

pouvait se faire comme celui du résonateur Oudin. Ce réglage, ici, n'est pas commode, à cause des connexions à établir entre les deux spirales à travers l'espace utile à l'emploi.

» J'ai été ainsi amené à chercher un autre mode de réglage. Celui que je présente ici est applicable d'ailleurs à tous les résonateurs.

» J'ai d'abord cherché s'il était pratiquement possible d'obtenir le réglage en prenant comme variable le facteur C dans la formule

$$T = 2\pi\sqrt{LC},$$

c'est-à-dire en faisant varier la surface des condensateurs. Après une série d'essais, faits notamment avec un condensateur à feuilles d'étain formé de 40 touches de $3^{cm} \times 25^{cm}$ et jumellées quatre par quatre sur les deux diélectriques, de manière à obtenir une surface variant de 75^{cm^2} à 750^{cm^2}, j'ai renoncé à ce procédé, qui ne permet qu'imparfaitement d'arriver au résultat cherché. Pour utiliser au mieux l'énergie d'une bobine donnée, il y a avantage à prendre un condensateur tel que sa capacité et son étincelle de décharge soient maxima, la décharge se produisant à chaque interruption du trembleur. Je n'insiste pas sur ces expériences, dont le résultat négatif m'a conduit à chercher de nouveau le réglage en prenant comme variable le coefficient de self dans l'expression $\sqrt{LC}$.

» J'ai introduit dans le circuit une bobine de self variable constituée tout simplement par un fil de cuivre de grosse section formant une hélice d'une quinzaine de spires et analogue à l'hélice que le professeur d'Arsonval mettait en dérivation entre les armatures externes des bouteilles de Leyde, lors de ses expériences prolongées où il était utile d'avoir cette dérivation *de garde* contre les décharges à basses fréquences.

» Cette bobine de réglage, je le répète, est, pour le cas qui nous occupe, placée en circuit et non en dérivation. Un curseur permet de mettre plus ou moins de spires dans ce circuit, de manière à en augmenter plus ou moins la self. Je résumerai en deux mots les résultats des expériences que j'ai faites avec les divers résonateurs. Lorsque l'on se trouve dans le voisinage des meilleures conditions de fonctionnement d'un résonateur, par exemple lorsque, dans le résonateur Oudin, l'inducteur comprend de 1 à 5 spires, le réglage de la bobine de self suffit pour assurer le rendement maximum aussi bien que le réglage précis de l'inducteur qui donnerait le rendement maximum, par exemple à 4,5 spires. Si l'on s'éloigne de ces conditions, que l'on n'ait qu'une spire, une demi-spire, on arrive encore, avec la bobine de self, à avoir un rendement appréciable. Et même, si l'on supprime toute spire dans l'inducteur et que l'on établisse seulement un contact à l'origine du résonateur, les effluves atteignent encore 6^{cm} à 7^{cm}, alors que, sans la bobine de self, on n'obtient que de maigres étincelles de 1^{mm} de longueur.

» Ces résultats, surtout frappants avec le résonateur Oudin, prouvent que, dans le réglage des résonateurs, c'est moins le rapport des longueurs ou du nombre des spires de l'inducteur et de l'induit qui est à considérer, que le coefficient de self propre du circuit inducteur.

» Avec les spirales telles que je les ai construites, on se trouve dans le voisinage des meilleures conditions de rendement lorsqu'on prend la spire externe comme inductrice. Aussi la mise en circuit de la bobine de self réglable donne-t-elle des résultats tout à fait satisfaisants et le rendement de la spirale ainsi réglée est approximativement égal au maximum. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le gentiobiose; préparation et propriétés du gentiobiose cristallisé*. Note de MM. **Em. Bourquelot** et **H. Hérissey**.

« Nos recherches antérieures [1] ont établi que le gentianose est un hexotriose, $C^{18}H^{32}O^{16}$, qui, traité par l'invertine de la levure haute ou par l'acide sulfurique très étendu bouillant (2 pour 1000), se dédouble en donnant 1^{mol} de lévulose et 1^{mol} d'un hexobiose que nous avons appelé *gentiobiose*.

» Il nous faut revenir aujourd'hui sur le dernier sucre, que nous avons réussi enfin à obtenir à l'état cristallisé, ce qui nous a permis d'en faire une étude plus approfondie. Le gentiobiose diffère d'ailleurs dans quelques-unes de ses propriétés, suivant le dissolvant, alcool méthylique ou alcool éthylique, dans lequel on le fait cristalliser.

» *Gentiobiose cristallisé dans l'alcool méthylique.* — Pour préparer le gentiobiose, on fait d'abord une solution avec 10^{g} de gentianose et de l'acide sulfurique à 2 pour 1000 en quantité suffisante pour faire 100^{cm^3}. On chauffe cette solution au bain-marie bouillant pendant 30 minutes; on laisse refroidir, on neutralise par addition de carbonate de calcium, on filtre et l'on distille le liquide filtré dans le vide. On reprend le résidu à l'ébullition, une première fois par 50^{cm^3} d'alcool absolu, puis une deuxième et une troisième fois par 50^{cm^3} d'alcool à 95°; on enlève ainsi complètement le lévulose. Finalement, on reprend par 50^{cm^3} d'alcool méthylique pur, en laissant bouillir à reflux pendant 20 minutes, et l'on filtre bouillant.

» Le gentiobiose cristallise dans l'espace de quelques jours, se rassemblant en petites lentilles semi-sphériques sur les parois du vase. Le rendement est de 4^{g} à $4^{g},50$ pour les 10^{g} de gentianose. On le purifie par une nouvelle cristallisation dans l'alcool méthylique.

---

(1) *Sur la constitution du gentianose* (*Comptes rendus*, t. CXXXII, 4 mars 1901, p. 571).

» Le produit ainsi obtenu est blanc, très hygroscopique, et de saveur amère. Desséché dans le vide sulfurique, jusqu'à ce qu'il ne perde plus de poids, il fond à la température de 85°,5 à 86° (corr.). Si l'on chauffe davantage, il se boursoufle, brunit légèrement, diminue de poids, redevient solide et fond de nouveau vers 189°-195° en donnant un liquide jaune transparent.

» Le gentiobiose cristallisé dans l'alcool méthylique est dextrogyre et présente le phénomène de multirotation, le pouvoir rotatoire étant *plus élevé* au moment de la dissolution. Les rotations suivantes, se rapportant à une solution de 4^g de gentiobiose desséché dans le vide sulfurique pour 100^{cm^3}, montrent les variations qui se produisent à partir du commencement de la dissolution ($l = 2$; $t = 22°$).

Après 6 minutes de dissolution	....	$\alpha = +1°18'$
» 25 minutes »	....	$\alpha = +1°4'$
» 2 h. 30 min. »	....	$\alpha = +48'$
» 3 h. 30 min. »	....	$\alpha = +40'$
» 19 heures »	....	$\alpha = +40'$

ce qui donne comme pouvoir rotatoire définitif de ce gentiobiose $\alpha_D = +8°,33$.

» Nous avons tout d'abord, et dans le but de vérifier la formule du gentiobiose, essayé de déterminer son poids moléculaire par la méthode de Raoult, en employant l'eau comme dissolvant. Au lieu d'obtenir, comme nous le pensions, des chiffres voisins de 342 ($C^{12}H^{22}O^{11} = 342$), nous avons trouvé une première fois 128, et une seconde fois 127,2. Ces résultats singuliers nous ont amenés à faire l'analyse organique du produit.

» L'analyse a donné en centièmes:

(1)	C = 41,31	(2)	C = 40,98
	H = 7,43		H = 7,44

chiffres qui ne correspondent point à la formule $C^{12}H^{22}O^{11}$ (calculé : C = 42,10; H = 6,44), mais bien à la formule $C^{12}H^{22}O^{11} + 2(CH^4O)$, c'est-à-dire à des cristaux renfermant 2^{mol} d'alcool méthylique de cristallisation (calculé : C = 41,37; H = 7,38).

» Il fallait, dès lors, conclure : 1° que le gentiobiose donne dans l'alcool méthylique des cristaux renfermant 2^{mol} de cet alcool; 2° que ces cristaux sont stables dans le vide sulfurique; 3° que la fusion de ces cristaux à 85°,5 est une fusion dans l'alcool méthylique de cristallisation. Il fallait, en outre, supposer que, en les chauffant à une température supérieure, on pourrait arriver à chasser complètement l'alcool méthylique.

» On a donc essayé la dessiccation jusqu'à poids constant, entre 100° et 115°; cette dessiccation a donné les résultats suivants :

1re opération : perte de poids pour 100.......	15,02
2e opération : perte de poids pour 100.......	15,06

soit en moyenne 15,04 pour 100. Or, 2^{mol} d'alcool méthylique représentent 15,7 pour 100. La concordance est donc aussi parfaite que possible.

» Au surplus, le produit ainsi desséché a été analysé et soumis à la cryoscopie. Les résultats sont venus confirmer la formule $C^{12}H^{22}O^{11}$.

» *Gentiobiose cristallisé dans l'alcool éthylique.* — Pour l'obtenir, on suit d'abord la marche exposée plus haut; mais, une fois le lévulose éliminé, on reprend le résidu par de l'alcool à 90° bouillant. On laisse refroidir et l'on décante dans un flacon que l'on bouche. La cristallisation spontanée se fait très lentement; mais, quand on possède du produit cristallisé, on peut l'accélérer en amorçant. Il suffit alors de 3 ou 4 jours pour qu'elle soit terminée. Les cristaux forment une croûte adhérente aux parois du vase. On purifie par une nouvelle cristallisation dans l'alcool à 90°.

» Le produit est blanc et de saveur amère. Desséché dans le vide sulfurique, il ne fond pas comme le précédent au-dessous de 100°. Maintenu à 115° jusqu'à poids constant, il n'a perdu que 1,07 pour 100. On peut donc le considérer comme un produit anhydre, et, de fait, il ne fond que vers 190°-195°.

» Le gentiobiose cristallisé dans l'alcool éthylique est dextrogyre et présente aussi le phénomène de multirotation. Mais, à l'inverse de ce qui a lieu avec le sucre cristallisé dans l'alcool méthylique, la rotation est *plus faible* au moment de la dissolution; elle est même gauche, tout à fait au début. Les observations suivantes, effectuées sur une solution de $3^g,1186$ de gentiobiose pour 100^{cm^3}, représentent ces variations ($l = 2$; $t = 22°$) :

Après 6 minutes de dissolution........	$\alpha = -22$
» 15 » »	$\alpha = -12$
» 1 heure »	$\alpha = +20$
» 4 h. 30 min. »	$\alpha = +30$
» 6 heures »	$\alpha = +36$

ce qui donne, comme pouvoir rotatoire de ce gentiobiose : $\alpha_D = +9°,61$.

» On remarquera la différence entre ce chiffre et celui que nous avons donné plus haut pour le gentiobiose méthylique; mais ce dernier renferme 15,04 pour 100 d'alcool méthylique de cristallisation, et si l'on calcule le pouvoir rotatoire sur le sucre vrai, soit sur $4^g - 0,6016$ ou $3^g,3984$, on trouve 9°,8. Les deux déterminations aboutissent donc à des chiffres identiques.

» En résumé, le gentiobiose est bien un hexobiose. Dans nos recherches, il a cristallisé sous deux états : à l'état anhydre et à l'état de combinaison avec l'alcool méthylique; ces deux sortes de produits se conduisant différemment à l'égard de la lumière polarisée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Chlorures cuivriques ammoniacaux anhydres. Radicaux cupro-ammoniques.* Note de M. Bouzat.

« J'ai montré (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1216) que les différents sels cuivriques dissous, tels que les chlorures, sulfates, acétates, dégagent

des quantités de chaleur égales en se combinant à l'ammoniaque. Cette relation m'a permis de conclure à l'existence de radicaux complexes formant les sels cupro-ammoniques. Il importait d'étendre cette théorie aux sels solides. J'ai été ainsi amené à reprendre l'étude des composés résultant de l'action du gaz ammoniac sur les sels de cuivre anhydres. Les expériences ont porté sur les chlorures et les sulfates; il ne sera question aujourd'hui que des chlorures.

» On a déjà signalé plusieurs combinaisons du chlorure cuivrique et de l'ammoniaque. Rose a admis l'existence de $CuCl^2, 6AzH^3$; Graham a indiqué celle de $CuCl^2, 2AzH^3$. J'ai préparé ces corps et j'ai trouvé, en outre, qu'entre eux il y en a un troisième bien défini, $CuCl^2, 4AzH^3$. Ces composés sont les chlorures de radicaux cupro-ammoniques; on peut les écrire, pour représenter leur constitution :

$$Cu\begin{matrix} \diagup AzH^2 \\ \diagdown AzH^2 \end{matrix}\Big\} 2HCl, \qquad Cu\begin{matrix} \diagup AzHAm \\ \diagdown AzHAm \end{matrix}\Big\} 2HCl, \qquad Cu\begin{matrix} \diagup AzAm^2 \\ \diagdown AzAm^2 \end{matrix}\Big\} 2HCl,$$

Am étant le groupement AzH^4. Ainsi envisagés, ils constituent une série parallèle à celle des chlorhydrates d'amines dérivées de l'éthylène. Je vais résumer d'abord leur préparation; j'indiquerai ensuite leurs propriétés et leur chaleur de formation.

» L'absorption du gaz ammoniac par le chlorure cuivrique à la température ordinaire est d'abord très rapide; mais elle devient de plus en plus lente à mesure que l'on approche de la saturation, et il faudrait prolonger très longtemps le courant de gaz ammoniac pour obtenir le composé saturé. Rose n'a pu avoir qu'un produit de composition $CuCl^2, 5,76AzH^3$. L'emploi du gaz ammoniac liquéfié permet, au contraire, de préparer le corps $CuCl^2, 6AzH^3$. Après avoir distillé du gaz ammoniac exactement privé d'eau sur du chlorure cuivrique anhydre, on laisse évaporer l'ammoniac en excès en maintenant la température à $-30°$; il reste un composé qui a pour formule $CuCl^2, 6AzH^3$. Ce corps est dissociable en $2AzH^3$ et $CuCl^2, 4AzH^3$; la tension de dissociation devient égale à la pression atmosphérique vers 90°. $CuCl^2, 4AzH^3$ est dissociable à son tour en $2AzH^3$ et $CuCl^2, 2AzH^3$; la tension de dissociation devient égale à la pression atmosphérique vers 140°.

» *$CuCl^2, 2AzH^3$.* — C'est une poudre verte, qui donne avec l'eau un précipité d'oxychlorure.

» *Chaleur de formation* (deux procédés) :

1° $CuCl^2, 2AzH^3$ sol. + $6AzH^3$ diss. (12^l) = $CuCl^2, 8AzH^3$ diss. (12^l). $+ 3^{Cal},3$

d'où

$CuCl^2$ sol. + $2AzH^3$ gaz = $CuCl^2, 2AzH^3$ sol. .... $+45^{Cal},5$

2° $CuCl^2, 2AzH^3$ sol. + $2HCl$ diss. = $CuCl^2$ diss. + $2AzH^4Cl$ diss. . $+ 7^{Cal},95$

» Le mélange de $CuCl^2$ diss. à AzH^4Cl diss. ne produit aucun phénomène thermique sensible. Par ce second procédé, on obtient :

$CuCl^2$ sol. + $2AzH^3$ gaz = $CuCl^2, 2AzH^3$ sol. . . . . +45^{Cal},6

» *$CuCl^2, 4AzH^3$.* — C'est un corps bleu, soluble dans une petite quantité d'eau. La dissolution laisse déposer un précipité d'hydrate cuivrique quand on l'étend.

» *Chaleur de formation* (2 procédés) :

1° $CuCl^2, 4AzH^3$ sol. + $8AzH^3$ diss. (16^l) = $CuCl^2, 12AzH^3$ diss. (16^l). —5^{Cal},5

d'où

$CuCl^3$ sol. + $4AzH^3$ gaz = $CuCl^2, 4AzH^3$ sol. . . . . +72^{Cal},06

2° $CuCl^2, 4AzH^3$ sol. + $4HCl$ diss. = $CuCl^2$ diss. + $4AzH^4Cl$ diss. . +25^{Cal},18

ce qui conduit à

$CuCl^2$ sol. + $4AzH^3$ gaz = $CuCl^2, 4AzH^3$ sol. . . . . +72^{Cal},08

Pour faire le calcul, j'ai pris comme chaleur de neutralisation de l'ammoniaque dissoute par l'acide chlorhydrique dissous 12^{Cal},75, nombre que j'ai trouvé pour cette réaction à la température de 24°, à laquelle ont été faites les expériences.

» *$CuCl^2, 6AzH^3$.* — C'est un corps bleu; contrairement aux indications de Rose, il possède, quand il est bien exempt d'eau, une couleur bleue peu intense, très différente de la couleur bleu sombre des sels cuivriques ammoniacaux en solution aqueuse. Il est soluble dans l'eau; la dissolution très étendue laisse déposer un précipité d'hydrate cuivrique. Il n'est pas soluble dans le gaz ammoniac liquéfié.

» *Chaleur de formation.* — Comme on ne peut préparer ce corps qu'en petite quantité par l'emploi de l'ammoniac liquéfié, il est plus commode et plus exact, pour avoir sa chaleur de formation, de se servir du mélange de $CuCl^2, 6AzH^3$ et de $CuCl^2, 4AzH^3$ qu'on obtient par l'action du gaz ammoniac sur le chlorure cuivrique

$CuCl^2, 5,3AzH^3$ sol. + $6,7AzH^3$ diss. (16^l) = $CuCl^2, 12AzH^3$ diss. (16^l) . . . —8^{Cal},20

d'où

$CuCl^2$ sol. + $5,3AzH^3$ gaz = $CuCl^2, 5,3AzH^3$ sol. . . . . . + 86^{Cal},5

» Comme à partir de $CuCl^2, 4AzH^3$, la quantité de chaleur dégagée est proportionnelle à la quantité d'ammoniaque fixée :

$CuCl^2$ sol. + $6AzH^3$ gaz = $CuCl^2, 6AzH^3$ sol. . . . . + 94^{Cal},3

» Un autre composé, $CuCl^2, 5,20AzH^3$, a conduit au nombre 94^{Cal},6.

» La chaleur de fixation des deux premières molécules d'ammoniaque sur le chlorure cuivrique est de 45^{Cal},5; celle des deux suivantes de 26^{Cal},6; celle des deux dernières de 22^{Cal},3. Conformément à la remarque d'Isambert, les dégagements de chaleur vont en diminuant, et les tensions de dissociation des produits formés augmentent. M. Matignon a indiqué en

outre que, pour tous les chlorures ammoniacaux étudiés, le rapport $\frac{Q}{T}$ est compris entre 0,031 et 0,033, T étant la température absolue de dissociation sous la pression atmosphérique et Q la chaleur de combinaison d'une molécule d'ammoniaque. En faisant le calcul, on voit que les composés $CuCl^2, 6AzH^3$ et $CuCl^2, 4AzH^3$ satisfont à cette loi.

» Les équations suivantes font connaître, pour chaque radical cupro-ammonique, la chaleur de formation et la chaleur de substitution à l'hydrogène de l'acide chlorhydrique :

Cu sol. + 2 H Cl gaz	= Cu Cl² sol.	+ H² gaz...	+	$7^{Cal},4$
H² gaz + 2 Az H³ gaz + 2 H Cl gaz	= 2 Az H⁴ Cl sol.	+ H² gaz...	+	$85^{Cal},2$
Cu sol. + 2 Az H³ gaz + 2 H Cl gaz	= Cu(Az H³)² Cl² sol.	+ H² gaz...	+	$52^{Cal},9$
Cu sol. + 4 Az H³ gaz + 2 H Cl gaz	= Cu(Az H³)⁴ Cl² sol.	+ H² gaz...	+	$79^{Cal},5$
Cu sol. + 6 Az H³ gaz + 2 H Cl gaz	= Cu(Az H³)⁶ Cl²	+ H² gaz...	+	$101^{Cal},8$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide nitreux, en solution alcaline, sur les éthers β-cétoniques α-substitués.* Note de MM. **Bouveault** et **René Locquin**, présentée par M. A. Haller [1].

« En traitant les éthers β-cétoniques α-substitués par le nitrite de soude et la quantité moléculaire correspondante d'alcali caustique, MM. Meyer et Züblin ont obtenu des éthers d'acides α-isonitrosés; dans les mêmes conditions, mais avec un excès de base, ils ont obtenu des monoximes d'α-dicétones. Ils expliquent ces résultats par le dédoublement de l'éther nitrosé vrai :

$$\begin{matrix} R - CO \diagdown & & \diagup CO^2C^2H^5 \\ & C & \\ AzO \diagup & & \diagdown R' \end{matrix},$$

qui prendrait d'abord naissance, mais qu'ils n'ont pas isolé. D'autre part, M. Cérésole a montré [2] que les éthers acétylacétiques α-substitués sont saponifiés régulièrement par agitation avec les alcalis étendus et froids; il a pu préparer ainsi les acides acétylacétiques substitués et a constaté que l'acide nitreux transforme ces derniers en monoximes d'α-dicétones. Il faut donc, pour obtenir ces monoximes, saponifier d'abord les

(1) Voir *Comptes rendus*, séance du 21 juillet 1902.

(2) Cérésole, *D. ch. G.*, t. XV, p. 1874.

éthers dans les conditions indiquées par M. Cérésole, et ajouter successivement à la solution du nitrite de sodium et un acide.

» Ce procédé, qui écarte la formation préalable d'un *éther* nitrosé vrai, a été employé par MM. Treadwell et Westenberger ([1]); plus tard, M. von Pechmann, dans ses recherches sur les homologues du diacétyle, a opéré d'une façon plus compliquée et moins avantageuse.

» Nous avons repris ces expériences et nous n'avons pu, dans aucun cas, isoler l'éther nitrosé vrai. Cela est évidemment insuffisant pour démontrer qu'il ne se forme pas; nos expériences établissent néanmoins qu'il n'est pour rien dans l'obtention des monoximes des α-dicétones.

» En effet, en appliquant le procédé de MM. Treadwell et Westenberger à l'isoamylacétylacétate d'éthyle, par exemple, on obtient, avec un rendement quasi intégral, la *nitroso-isoamylacétone* $\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>CH-(CH^2)^2-\underset{\underset{AzOH}{\|}}{C}-CO-CH^3$, qui n'avait pas encore été décrite. Elle cristallise dans l'éther de pétrole, fond à 32°-33° et bout à 128° sous 18mm. Traitée par l'hydroxylamine, elle fournit la dioxime, fusible à 181°, déjà préparée par Fileti et Ponzio ([2]).

» Mais, quand on veut étendre cette méthode aux nouveaux homologues de l'éther acétylacétique, éthers dont nous avons récemment indiqué la préparation ([3]), on constate que, avec les radicaux substitués de poids moléculaire élevé, elle échoue totalement, parce que la saponification de l'éther donne naissance à un sel extrêmement instable, qui se décompose aussitôt suivant l'équation

$$R-CO-\underset{\underset{R'}{|}}{CH}-CO^2Na+NaOH=R-CO-CH^2-R'+CO^3Na^2.$$

Ainsi l'octyl (secondaire) acétylacétate d'éthyle, ou caprylacétylacétate d'éthyle ([4]), ne donne que l'*octyl* (*secondaire*) *acétone* ou 4-méthyl décanone-2 bouillant à 115° sous 25mm, et dont la *semicarbazone* fond à 66°.

» Dans le but d'éviter la décomposition du sel de sodium par la soude aqueuse, nous avons évité la présence d'eau, en nitrosant par un procédé nouveau, qui nous a donné un résultat tout différent de celui que nous attendions.

» Nous ajoutons la quantité correspondante d'éthylate de sodium, dissous dans l'alcool absolu, à 1mol d'isoamylacétylacétate d'éthyle; puis, nous faisons passer dans

---

([1]) Treadwell et Westenberger, *D. ch. G.*, t. XV, p. 2786, et t. XVI, p. 2997.

([2]) Fileti et Ponzio, *Gaz. Ital.*, 28, II, 266.

([3]) René Locquin, *Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902, p. 108.

([4]) Bouveault et Locquin, *Comptes rendus*, séance du 21 juillet 1902.

ce mélange un courant de nitrite d'éthyle gazeux parfaitement sec; il se produit un vif échauffement, qui cesse après le passage de 1^{mol} de gaz. On arrête alors l'opération, on chasse l'alcool, on reprend par l'eau et l'on rectifie. Or, la réaction se passe, intégralement, suivant l'équation

$$\begin{matrix} CH^3-CO \\ C^5H^{11} \end{matrix}\!\!>CH-CO^2C^2H^5 + AzO^2C^2H^5 = CH^3-CO^2C^2H^5 + C^5H^{11}-\underset{\underset{AzOH}{\|}}{C}-CO^2C^2H^5;$$

c'est-à-dire qu'*on a l'oxime d'un homologue de pyruvate,* tout comme si l'on avait opéré en solution acide (¹).

» *Nota.* — Si l'on remplace, dans cette opération, le nitrite d'éthyle par le nitrite d'amyle, d'un emploi plus commode, les résultats sont tout à fait analogues; mais il y a substitution partielle du groupe amyle au groupe éthyle, de sorte que l'on obtient un mélange des deux éthers :

$$C^5H^{11}-\underset{\underset{AzOH}{\|}}{C}-CO^2C^2H^5 \quad \text{et} \quad C^5H^{11}-\underset{\underset{AzOH}{\|}}{C}-CO^2C^5H^{11}$$

» Ainsi donc, on obtient le même résultat en présence d'éthylate de sodium ou en présence d'acide sulfurique concentré, et cela parce que, dans aucun des deux cas, le groupement éther n'a été saponifié. Il semble d'ailleurs que, si l'éther nitrosé vrai pouvait exister, il aurait dû prendre naissance dans la réaction précédente.

» En résumé, selon nous, le mécanisme de l'action de l'acide nitreux sur les éthers β-cétoniques α-substitués doit être énoncé ainsi :

» *Si la réaction se fait dans des conditions telles que le groupe éther ne soit pas saponifié, ou s'il est saponifié en liqueur acide, il se fait un acide et une oxime d'éther glyoxylique substitué* (²); *si, pendant la réaction, le groupe éther est saponifié de manière à donner le sel* $R-CO-CH\!<\!\begin{matrix} CO^2M \\ R' \end{matrix}$, *on obtient un monoxime d'α-dicétone et de l'acide carbonique* (³).

» Nous poursuivons ces recherches. »

(¹) Voir *Comptes rendus,* séance du 21 juillet 1902.

(²) Voir *Comptes rendus,* séance du 21 juillet 1902; équation (I).

(³) Voir *Comptes rendus,* séance du 21 juillet 1902; équation (II).

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le sérum antiparamécique.* Note de M. LEDOUX-LEBARD, présentée par M. ROUX.

« Les faits déjà acquis à la science sur les cytotoxines nous ont conduit à rechercher s'il est possible d'augmenter le pouvoir toxique des sérums de lapin et de cobaye pour les paramécies, au moyen d'injections de ces organismes.

» Nous avons préparé des cultures de *Paramœcium caudatum*, ne contenant pas d'autre infusoire, et nous n'avons utilisé que les cultures les plus riches. Après cinq à six injections de ces cultures sous la peau du lapin et du cobaye, le sérum de ces animaux acquiert un pouvoir toxique, à l'égard des paramécies, plus élevé que celui qu'il présente à l'état normal [1].

» Le sérum de lapin normal, dilué à $\frac{1}{20}$, n'immobilise guère pendant plus de 24 heures les paramécies ajoutées, au nombre de vingt-cinq à cinquante par centimètre cube de dilution, ou n'en tue qu'un petit nombre; dilué à $\frac{1}{40}$, il est encore moins actif.

» Le sérum de lapin traité par les paramécies, dilué à $\frac{1}{20}$, immobilise ces infusoires plus rapidement que le sérum normal, et les tue. Dilué à $\frac{1}{40}$, il en tue encore le plus grand nombre.

» Le sérum de cobaye normal est plus toxique pour les paramécies que celui de lapin normal; néanmoins, il est fréquent de voir un certain nombre de paramécies survivre dans les dilutions à $\frac{1}{20}$; elles se remettent à nager, après immobilisation passagère dans le sérum dilué à $\frac{1}{40}$ ou encore plus étendu.

» Le sérum de cobaye traité tue ou immobilise, pendant plus de 24 heures, les paramécies, dans les dilutions à $\frac{1}{20}$, $\frac{1}{40}$, $\frac{1}{80}$, $\frac{1}{160}$, $\frac{1}{320}$. Après 24 heures, il faut un examen attentif au microscope pour reconnaître que parmi ces infusoires, complètement immobilisés, un certain nombre, malgré leur apparence de mort, l'absence d'oscillation des cils, la paralysie et la dilatation des vésicules contractiles, offrent encore de lents mouvements de l'endoplasma. D'autres présentent des déformations ou ont déjà subi une désorganisation complète.

» Même la dilution à $\frac{1}{1000}$ de sérum de cobaye traité altère, en quelques heures, la mobilité des paramécies, qui nagent plus lentement et se tiennent dans les couches inférieures du liquide.

» Par suite de l'action du sérum, les cils vibratiles sont immobilisés; ils se mêlent,

---

[1] Voir LEDOUX-LEBARD, *Action du sérum sanguin sur les paramécies* (*Ann. de l'Institut Pasteur*, juillet 1902).

s'accolent aux cils voisins, en formant des faisceaux; ils sont complètement détruits ou abrasés par places; ailleurs ils se revêtent d'une couche adhérente de microbes. L'agglutination fait défaut ou est peu développée. Les agglomérations, si elles se produisent, sont souvent irrégulières et dues aux adhérences par l'intermédiaire des cils altérés.

» Le sérum de lapin ou de cobaye normal, chauffé à 58°-60° pendant une demi-heure et dilué à $\frac{1}{10}$, à $\frac{1}{20}$, a perdu sa toxicité à l'égard des paramécies. Il n'en est pas de même du sérum antiparamécique, chauffé pendant une demi-heure à 58° et même à 63° (pour le chauffage à 63°, le sérum était additionné de partie égale d'eau physiologique); ce sérum dilué à $\frac{1}{10}$, à $\frac{1}{20}$, immobilise et tue les paramécies.

» Il s'est donc produit, chez le lapin et le cobaye traités, une substance qui reste toxique pour les paramécies, après chauffage à 58°, à 63°. Il y aurait à rechercher, pensons-nous, si, dans certains sérums bactéricides chauffés, réputés inactifs, la substance qui se fixe sur les microbes sensibles n'altère pas, au moins à un faible degré, la vitalité de ces microbes.

» Le sérum antiparamécique possède une spécificité remarquable. Le sérum si actif de cobaye, traité par des injections de *P. caudatum,* ne possède plus le même degré de toxicité à l'égard du *P. aurelia,* qui recommence à nager, après 24 heures, dans les dilutions mortelles ou paralysantes pour l'espèce *P. caudatum.*

» La persistance de la toxicité du sérum antiparamécique après chauffage permet d'apprécier encore mieux cette spécificité. Dans les dilutions à $\frac{1}{10}$, à $\frac{1}{20}$ de sérum chauffé (à 58°, à 63°, pendant 30 minutes) de lapin ou de cobaye traités par les injections de *P. caudatum,* cette espèce de paramécie est bientôt immobilisée et tuée. Au contraire, des paramécies d'espèces différentes (*P. aurelia, P. bursaria*) continuent à vivre et à nager dans ces dilutions. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action de la fermentation alcoolique sur le bacille typhique et sur le* Bacterium coli commune. Note de MM. **E. Bodin** et **F. Pailheret**, présentée par M. Prillieux.

« Dans un travail publié par l'un de nous ([1]) sur la conservation du bacille typhique dans le cidre, il a été indiqué que ce problème est double et comporte deux questions : 1° Le bacille d'Eberth peut-il se développer

([1]) E. Bodin, *Ann. de l'Institut Pasteur,* juillet 1898.

ou se conserver vivant dans un cidre fermenté? 2° Ce microbe, existant dans le moût avant la fermentation, y persiste-t-il après cet acte? La première question ayant été seule traitée dans ce travail, nous nous occupons ici exclusivement de la seconde, qui revient en somme à celle de l'influence de la fermentation alcoolique sur le bacille typhique.

» Mais, instruits comme nous le sommes de la sensibilité extrême du bacille d'Eberth aux agents chimiques, et connaissant l'influence défavorable des moûts de pommes acides sur cette bactérie, nous avons cherché d'abord à opérer dans des conditions aussi simples que possible et à débarrasser, autant que nous le pourrions, l'acte de la fermentation alcoolique de toute complexité de milieu. Nous nous sommes donc servis de moûts artificiels, schématiques, pour ainsi dire, formés de solutions neutres de peptone à $0^g,50$-$1^g,50$ pour 100, additionnés de 3 à 5,5 pour 100 de glucose pur, de sucre ordinaire ou de sucre candi.

» Dans plusieurs séries d'expériences faites avec ces solutions, ensemencées avec le bacille d'Eberth, lequel y vit aisément, nous avons déterminé la fermentation alcoolique à l'aide de levures pures de provenances diverses (levure de brasserie du commerce, levures de cidre de pression et de diffusion), qui toutes faisaient fermenter activement ces solutions en quelques jours, donnant, suivant les cas, une proportion d'alcool de 2,6 à 3,2 pour 100. Or, dans ces expériences, faites à la température de $+22°$, nous avons constaté que le bacille d'Eberth restait parfaitement vivant après la fermentation alcoolique par les levures. Il en a été de même pour le *Bacterium coli commune*.

» Nos recherches démontrent donc que l'acte de la fermentation alcoolique sous l'influence des levures est incapable en lui-même de détruire le bacille typhique et le *Bacterium coli*.

» Mais, quand on entre dans le détail, on voit que le sujet est infiniment plus compliqué qu'on ne pourrait le supposer au premier abord. En effet, en outre des produits de la fermentation des sucres par les levures, on sait, par les travaux de Brieger, Grimbert, Péré, Harden, que le *Bacterium coli* et le bacille typhique ont une action fermentative sur les substances ternaires. Il en résulte que les produits, variables suivant les cas, de ces fermentations viennent se surajouter à ceux de la fermentation par les levures et que le tout aboutit à la production d'un milieu complexe dont l'action, qui peut être très grande chez les bactéries, doit être distinguée de celle de la fermentation alcoolique proprement dite.

» Aussi peut-on prévoir que la nature du milieu fermentescible dont dépend la composition après fermentation joue un rôle considérable en pareil cas. Notre premier travail nous avait déjà montré l'intervention manifeste de l'acidité en semblable circonstance ; nos recherches actuelles nous en ont apporté la confirmation : ainsi, dans les milieux glucosés, où l'acidité augmente après l'expérience, du fait de la fermentation par la levure et du fait de l'action du bacille typhique et du bacille du côlon qui, avec le glucose, donnent divers acides (formique, acétique, lactique, etc.), le bacille typhique est rapidement modifié ; il perd en grande partie sa mobilité, se dispose en petits amas ou en chaînettes, et sa culture est alors souvent difficile à obtenir. Si, au contraire, on a soin d'opérer dans les mêmes milieux additionnés de carbonate de chaux pur, ces modifications du bacille ne s'observent pas.

» Nous avons noté que la culture des bacilles typhiques modifiés dans les milieux acides est délicate et que, si on la tente à 40°, elle ne se produit pas, alors qu'à 36°-37° elle est positive.

» Ce point de technique mérite d'être retenu, car un des procédés les plus employés pour la recherche du bacille typhique dans les eaux consiste à cultiver ces eaux dans le bouillon à 40° ; or, nous sommes convaincus, après nos expériences, que cette température, permettant la culture d'un bacille *normal*, est trop élevée pour les bacilles déjà modifiés par un milieu défavorable.

» L'acidité totale n'est toutefois pas le seul facteur qui agisse sur les bactéries, car nous avons constaté que, dans les moûts artificiels au saccharose, le bacille typhique ne demeurait vivant qu'en présence du carbonate de chaux ; et cependant l'acidité *très faible* n'était pas plus élevée que dans les milieux glucosés, où le même microbe conserve sa vitalité, après fermentation, avec ou sans carbonate de chaux. Pour ce qui est de préciser ce qui se passe alors, nous n'avons pu le faire exactement jusqu'ici.

» Le même fait ne se produit pas pour le *Bacterium coli* qui se développe dans les moûts au saccharose avec ou sans carbonate de chaux. Nous signalerons donc cette particularité en pensant que, tout en n'ayant rien d'absolument caractéristique, elle constitue une réaction de plus qui peut être utile pour la différenciation du bacille typhique et du bacille du côlon dans les cas embarrassants.

» En résumé, nous pouvons conclure de nos recherches, et ce fait est intéressant en matière d'hygiène, que la fermentation alcoolique par les levures n'a pas en elle-même d'action destructive sur le bacille d'Eberth et sur le *Bacterium coli commune*, mais que l'influence des moûts fermentés sur ces bactéries provient des produits complexes de la fermentation du moût sous la double action des levures et des bactéries qui s'y développent. »

CHIMIE ANIMALE. — *Variation de l'acide phosphorique suivant l'âge du lait.* Note de MM. F. **Bordas** et **Sig. de Raczkowski**, présentée par M. Brouardel.

« Il résulte de nos nombreuses analyses que l'acide phosphorique total présente de grandes variations dans le lait, suivant son âge. On peut dire, d'une façon générale, que l'élimination de l'acide phosphorique total va sans cesse en décroissant depuis l'époque du vêlage.

» Cette décroissance a lieu aussi pour la lécithine. Les chiffres que nous avons obtenus chez des animaux de même race, alimentés de la même façon ([1]), montrent que c'est dans le premier mois qui suit le vêlage que la production de la lécithine est maximum.

» Cette constatation est intéressante, car elle paraît prouver que le jeune a besoin d'absorber, à cette époque, une plus grande quantité d'acide phosphorique pour le développement de son squelette.

» Il en résulte enfin qu'on devra rechercher, pour l'alimentation des enfants plus ou moins débiles, des laits aussi rapprochés que possible de l'époque du vêlage.

Composition en grammes pour 100.

Races	Jersiaises.						Normande.
Date du vêlage	Vache pleine.	4 juillet.	1er juillet.	12 juin.	13 mai.	Vache non pleine.	
Production quotidienne	4l.	9l,500.	8l,500.	8l.	7l,500.	8l,500.	
Extrait	16,09	15,49	16,47	16,30	14,90	13,75	14,11
Cendre	0,75	0,72	0,69	0,65	0,71	0,72	0,70
Matière grasse	6,01	5,48	6,93	6,76	5,70	5,34	5,01
Lactose	4,67	5,38	5,28	5,20	4,88	4,60	4,81
Caséine	3,86	3,17	2,90	2,89	3,04	2,30	2,61
Acide phosphorique total	0,218	0,204	0,200	0,164	0,168	0,148	0,156
Acide phosphorique organique	0,0049	0,0068	0,0044	0,0033	0,0033	0,0041	0,0031
En acide phosphoglycérique	0,0139	0,0193	0,0124	0,0100	0,0100	0,0116	0,0093
En lécithine ($F = 7,27$)	0,0654	0,0909	0,0582	0,0472	0,0472	0,0545	0,0436
Chlorures en chlorure de sodium	0,128	0,026	0,026	0,026	0,102	0,132	0,114

([1]) Nous tenons à remercier particulièrement M. V. Hugot, Membre de la Chambre de Commerce de Paris et propriétaire de la ferme modèle « *Jersey Farm* », qui s'est gracieusement mis à notre disposition pour nous faciliter nos recherches.

Production quotidienne.

Date du vêlage	Vache pleine.	4 juillet.	1er juillet.	12 juin.	13 mai.	Vache non pleine.
Matière grasse	240,40	520,60	569,05	540,80	427,50	453,90
Lactose	186,80	512,10	448,80	416,00	366,00	391,00
Caséine	154,40	301,15	246,50	231,20	228,00	195,50
Acide phosphorique total	8,72	19,38	17,00	13,12	12,60	12,58
Acide phosphorique organique	0,196	0,646	0,374	0,264	0,247	0,348
En acide phosphoglycérique	0,556	1,833	1,054	0,800	0,750	0,986
En lécithine (F = 7,27)	2,616	8,635	4,947	3,776	3,540	4,632
Chlorures en chlorure de sodium	5,12	2,44	2,44	2,44	8,64	11,22

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur l'assimilation chlorophyllienne des feuilles dont on éclaire soit la face supérieure, soit la face inférieure.* Note de M. **Ed. Griffon**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« On admet généralement, mais surtout pour des raisons d'Anatomie comparée, que le parenchyme en palissade des feuilles est bien le tissu servant par excellence à l'assimilation chlorophyllienne.

» Selon Stahl, ce tissu protégerait, grâce à la disposition de ses cellules, les chloroleucites contre un éclairement trop intense, en même temps qu'il favoriserait la pénétration de la lumière dans les couches situées au-dessous de lui. Selon Haberlandt, il serait surtout destiné à permettre l'écoulement rapide des produits de l'assimilation. Toutes ces actions, qui ne sont nullement contradictoires, doivent avoir pour effet, si elles existent réellement, de favoriser la décomposition de l'acide carbonique dans la feuille.

» Si donc les hypothèses précédentes sont fondées, ou tout au moins si l'idée générale à laquelle elles conduisent est vraie, il en résulte nécessairement que les feuilles à mésophylle hétérogène dissymétrique doivent décomposer plus activement le gaz carbonique quand la lumière directe frappe la face supérieure au lieu de la face inférieure, comme cela se produit généralement dans les conditions naturelles.

» En effet, le tissu palissadique éclairé directement absorbe et utilise les radiations solaires alors qu'elles possèdent encore toute leur énergie; le tissu lacuneux utilise celles qui passent et aussi celles qui proviennent de la lumière diffuse. Quand, au contraire, le dernier est tourné vers le soleil, il assimile davantage, mais l'augmentation produite ne peut vraisemblablement pas compenser la diminution qui se manifeste dans le tissu palissadique, lequel ne reçoit plus qu'une lumière atténuée.

» Déjà Ingen-Housz, dans des expériences faites à Paris en 1780, en présence de Benjamin Franklin, croyait pouvoir remarquer que, lorsqu'elles sont plongées dans de l'eau de source, « les feuilles fournissent un air plus pur et plus abondant, si le

» soleil donne sur leur surface vernissée, que lorsque leur surface inférieure reçoit » l'influence directe du soleil ».

» Boussingault, qui rappela ces résultats en 1866, fit observer, en se basant sur les expériences de De Saussure et sur les siennes propres, que l'oxygène dégagé par une feuille présente le même degré de pureté, quelle que soit la surface d'où il émane, et que, quant à la différence de volume, ce n'est pas en faisant fonctionner une branche garnie de feuilles dans de l'eau qu'on peut la déterminer.

» Cet habile physiologiste opéra alors de la façon suivante: il colla, sur une face des feuilles, à l'aide d'empois d'amidon, une bande de papier noirci, ou bien il appliqua deux feuilles l'une sur l'autre par leurs faces similaires enduites d'empois et exposa le tout à la lumière dans des milieux gazeux riches en acide carbonique.

» Il vit alors qu'une feuille éclairée par la face supérieure seulement décompose presque toujours plus activement l'acide carbonique que lorsqu'elle reçoit la lumière par la face inférieure. Au soleil, la plus grande différence a été dans le rapport de 6 à 1 (*Populus alba*) et la plus faible, de 1,5 à 1. A la lumière diffuse, le rapport de 2 à 1 a été le plus élevé. En outre, les feuilles à parenchyme mince, comme celles de Platane, de Marronnier, de Pêcher, ainsi que celles qui sont à parenchyme plus ou moins homogène (Graminées) n'ont pas donné lieu à des différences sensibles.

» Ce sont ces expériences qui, jusqu'ici, ont permis de dire que la face supérieure des feuilles est plus active que l'autre dans l'assimilation chlorophyllienne. Mais on voudra bien remarquer qu'une telle conclusion est quelque peu prématurée. En effet, on a confondu deux phénomènes complètement distincts: la décomposition de l'acide carbonique et la sortie des gaz par les surfaces; car la feuille de papier noirci, non seulement empêchait la pénétration de la lumière par une face, mais encore elle s'opposait aux échanges gazeux. Comme ces échanges ne sont pas les mêmes au travers des deux épidermes, il en résulte que le travail interne de décomposition du gaz carbonique se trouve inégalement entravé quand on rend imperméable la face supérieure ou la face inférieure.

» J'ai précisément essayé de supprimer cette cause de trouble : je crois y être arrivé en plaçant les feuilles dans des éprouvettes aplaties dont une face est noircie; de cette façon, l'on peut exposer à la lumière l'une ou l'autre face des feuilles et les gaz trouvent toujours les mêmes voies d'entrée et de sortie. Je me suis aussi servi d'éprouvettes aplaties ordinaires, permettant d'éclairer une face par la lumière directe, l'autre l'étant par la lumière diffuse comme cela a lieu dans la nature.

» Les nombreux résultats analytiques que j'ai obtenus m'ont permis de tirer plusieurs enseignements intéressants.

» D'abord, lorsqu'une face de feuille est éclairée soit par la lumière directe, soit par la lumière diffuse, l'autre face ne recevant pas du dehors de radiations lumineuses,

l'assimilation chlorophyllienne varie avec la nature de la face considérée. Toujours, avec une feuille à mésophylle hétérogène dissymétrique, l'assimilation baisse si c'est la face inférieure qui reçoit la lumière, au lieu de la face supérieure. Dans aucun cas il n'y a égalité, par exemple avec les feuilles minces de Pêcher, de Marronnier et de Platane, comme l'avait trouvé Boussingault avec sa méthode.

» Les différences obtenues ne sont en général pas aussi grandes que celles qui avaient été observées par cet auteur. Le maximum se trouve avec les feuilles épaisses, à parenchyme bien hétérogène, de Troëne du Japon (100 à 54), de Laurier-cerise (100 à 48); le minimum, avec les feuilles minces d'Érable plane (100 à 88) et avec les feuilles à mésophylle plus ou moins homogène, comme par exemple celles des Bambous (100 à 92). La moyenne se rencontre avec les feuilles de Lilas (100 à 68), de Dahlia (100 à 75).

» Quand la face inférieure est couverte de poils, comme dans le Framboisier, le Tilleul argenté, les différences sont encore moyennes (100 à 68). Pourtant il y a un écart très grand, le plus grand que j'aie obtenu, avec l'*Eleagnus argentea*, dont la face inférieure est recouverte d'une couche dense de poils écailleux (100 à 36).

» Si les feuilles sont placées comme dans les conditions naturelles, une face recevant la lumière directe du soleil et l'autre la lumière diffuse, les différences s'atténuent notablement, du moins dans les conditions de mes expériences (feuilles coupées, air humide). Le plus grand écart observé, correspondant à une insolation intense, a été de 100 à 88. Bien entendu, plus la lumière directe se rapproche de la lumière diffuse, plus les inégalités d'énergie assimilatrice deviennent faibles. La position normale des feuilles de la plupart de nos végétaux est donc, en somme, favorable à l'assimilation, mais dans une mesure assez modérée; elle paraît peut-être davantage en rapport avec la chlorovaporisation, comme je pense pouvoir le montrer prochainement.

» Il résulte de tout ce qui précède que le parenchyme en palissade des feuilles est réellement adapté à la fonction de décomposition du gaz carbonique. Cette adaptation, qui n'est pas la seule et qui est établie maintenant d'une façon certaine par la voie expérimentale, trouve probablement son explication dans les hypothèses de Stahl et Haberlandt qui ont été rappelées au début de cette Note. »

GÉOLOGIE. — *Sur la caverne du Höll-Loch (Trou d'Enfer) et la Schleichende Brunnen (source rampante) (Suisse).* Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Le 27 juillet, j'ai visité *partiellement* (1), sous la conduite de MM. Widmer-Osterwalder et Saxer, le *Höll-Loch* (Trou d'Enfer), à 16^{km} est de

(1) Le parcours total de la galerie principale seule exige 24 heures, tant les obstacles y sont grands; deux des expéditions exploratrices (juin et juillet 1902) y ont duré 46 et 39 heures consécutives.

Schwyz et à 75^m au-dessus du village de Stalden, entre les vallées de la Muota et du Starzlen-Bach; et je puis affirmer que cette caverne, inconnue avant 1880, est, au point de vue scientifique, l'une des plus remarquables qui existent.

» C'est seulement depuis 1898 que l'exploration sérieuse en a été entreprise par MM. Beeler, Betschard, Bürgeler, Egli, Otter, Saxer, Wehrli, Widmer-Osterwalder, Zimmermann, etc., au prix des plus grandes difficultés (notamment l'escalade *souterraine* de la *Böse Wand*, muraille de 52^m de haut et de 57° à 80° d'inclinaison). On y a reconnu déjà plus de 7^{km} de galeries, dont 2750^m pour la principale, d'après le plan au $\frac{1}{2500}$ fort bien dressé par M. Widmer et joint à la présente Note. Le Höll-Loch est, en longueur, la quatrième caverne de l'Europe (après Adelsberg, Agtelek et Planina en Autriche-Hongrie) et deviendra sans doute la première, quand les recherches en cours y seront terminées. Ce complexe et grandiose labyrinthe qui, à vol d'oiseau, s'étend à plus de 1500^m de distance dans les flancs de la montagne est, comme la plupart des cavernes, l'œuvre des eaux souterraines agrandissant, par érosion, corrosion et pression hydrostatique, les fissures préexistantes du calcaire : on ne saurait y voir le résultat d'une action glaciaire interne. Ce qu'on y a nommé les *Gletscher-Mühlen* (moulins de glaciers) n'est pas autre chose qu'une abondance de *marmites de géants* énormes, comme celles des torrents alpestres, des grottes de Sassenage, de Trépail (voir *Comptes rendus*, 16 juin 1902), etc., atteignant jusqu'à 4^m ou 5^m de diamètre et de profondeur, et en partie remplies du sable ou des galets roulés qui les ont creusées.

» De l'entrée, la grotte descend d'une part jusqu'à 625^m d'altitude (d'après la coupe de M. Egli) et monte d'autre part à 905^m (au fond extrême atteint par M. Widmer). La dénivellation totale serait donc de 280^m. Voici ce que j'ai constaté sur l'origine géologique et le fonctionnement hydraulique du Höll-Loch :

» Les plateaux crétacés très fissurés (calcaire de Seewen, aptien-urgonien et néocomien) qui, au pied occidental des Glärnisch, descendent assez rapidement de la Silberen-Alp (2314^m) au confluent de la Muota et du Starzlen-Bach (altit. 625^m) sont très perméables, particulièrement dans les *Karrenfelder* ou *lapiaz* du Bödmern-Wald; sur 15^{km^2} à 20^{km^2} les crevasses du sol y absorbent toutes les eaux météoriques, qui ont ainsi donné naissance aux courants souterrains du Höll-Loch, exactement à l'image des cavernes et rivières souterraines des Alpes françaises (Chartreuse, Verçors, Dévoluy, Vaucluse) *creusées dans les mêmes terrains*. Du fond de la grotte à la surface du plateau, l'épaisseur de terrain interposé est d'environ 500^m. Le drainage continue de nos jours, car, en plusieurs galeries, on trouve des sources, des cascatelles et des portions de rivières souterraines, d'autant plus abondantes que les pluies ou les fontes de neige ont été plus fortes; ce sont les affluents variables (aux caprices dangereux pour les explorateurs) du cours d'eau pérenne, enfoui actuellement dans l'étage inférieur

de la caverne, auquel on n'est pas encore parvenu, mais sur lequel s'ouvrent, comme des regards, des puits ou avens intérieurs, profonds de 85^m à 100^m et où l'on se propose de descendre.

» J'ai reconnu d'ailleurs, sans aucune hésitation possible, la résurgence de ce cours d'eau dans le Bisi-Thal, à la *source rampante* (Schleichende Brunnen) de la scierie Balm sur la rive droite de la Muota, par 635^m d'altitude, à 500^m au sud-ouest de l'entrée de la caverne. Cette source (du type dit *vauclusien*), débitant de un à plusieurs mètres cubes à la température de 5°,8 C., est l'effet de la capture des eaux du Höll-Loch par l'approfondissement du thalweg de la Muota; c'est la troisième issue de ces eaux et la seule pérenne; les deux autres étaient sur l'autre versant du plateau, sur la rive gauche du Starzlen-Bach : la plus ancienne et la plus élevée (altitude de 735^m), complètement desséchée, forme l'entrée du Höll-Loch dans un entonnoir d'effondrement avec deux curieux ponts naturels; la seconde, en dessous de cet entonnoir, sert encore de trop-plein aux crues souterraines qui paraissent s'y manifester, aussi bien d'ailleurs que dans les galeries de la caverne, jusque vers 700^m à 710^m d'altitude. Tout cela corrobore, sur une échelle colossale, ce que j'ai déduit des dernières explorations de cavernes sur l'origine et le fonctionnement des grottes, *l'absence des nappes d'eau dans les calcaires, l'enfouissement progressif des rivières souterraines* (qui atteint ici l'énorme abaissement de 100^m), *l'origine tectonique des siphons des sources et des cavernes,* etc. (voir la *Spéléologie* et *Compte rendu* du VIIIe Congrès géologique international). Sur ce dernier point notamment, le Höll-Loch est d'un intérêt capital : ses galeries présentent une succession de montées et descentes plus ou moins abruptes (20° à 80°; hauteur de 20^m à 50^m), qui correspondent aux ondulations tourmentées du terrain, justement dans une région de dislocations, de glissements et de charriages qui se trouve comprise entre les classiques plissements et renversements des Glärnisch et de la Windgälle! Et il m'a paru bien curieux de retrouver, sur la falaise même qui domine la Schleichende Brunnen et *dont la direction est parallèle à celle de la grotte,* la coupe verticale naturelle de tout un jeu de plis et de petites failles, *dont le profil équivalait exactement à celui de la coupe longitudinale du Höll-Loch.* Il est absolument certain que la rivière souterraine primitive avait frayé sa première voie en épousant toutes les sinuosités des plis locaux et en y coulant à conduite forcée, jusqu'à ce que les diaclases et les failles (surtout dans les charnières des plis) lui eussent ouvert des canaux inférieurs.

» Dans la dernière galerie (Crystall-Höhle) M. Widmer a recueilli des cristaux que j'ai reconnus pour du gypse et non de la calcite : ils sont le produit soit d'une pseudomorphose comme à la Krous-Grotte en Styrie, soit de la dissolution d'un banc gypseux par les infiltrations et d'une recristallisation par évaporation très lente.

» Les températures du 27 juillet 1902 étaient : air extérieur, 21°,5; torrent de la Muota, 14°,5; Schleichende Brunnen, 5°,8; dans le Höll-Loch, 6°,5 pour une infiltration près de l'entrée, 5°,4 à 5°,6 pour l'air intérieur et 4°,4 pour les flaques d'eau stagnante. Le renversement des courants d'air et la variation des températures selon les saisons mériteront d'être étudiés.

» La Paléontologie et la Zoologie fourniront aussi sans doute leur appoint.

» En résumé, le Höll-Loch constitue une des plus intéressantes syn-

thèses connues de tous les phénomènes relatifs aux cavernes, et un champ de fructueuses recherches qui sera long à épuiser. »

M. J. Constantin demande l'ouverture d'un pli cacheté déposé par lui le 30 juin dernier et contenant une Note intitulée : « Contribution à l'étude de l'aviation ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. Tiffeneau adresse, comme complément à ses Communications précédentes, une Note « Sur le méthoéthénylbenzène ».

M. Conrad de Liebhaber adresse, par l'entremise de M. Brouardel, une Note « Sur le phénomène de la nuit et des étoiles changeantes ».

A 3 heures trois quarts l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures.

G. D.